

Annales Agricolturæ Fenniaæ

Maatalouden
tutkimuskeskuksen
aikakauskirja

Vol. 8, 4

Journal of the
Agricultural
Research
Centre

Helsinki 1969

ANNALES AGRICULTURAE FENNIAE

Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja
Journal of the Agricultural Research Centre

TOIMITUSKUNTA — EDITORIAL STAFF

M. Lampila

Päätoimittaja

Editor-in-chief

R. Manner

J. Säkö

V. U. Mustonen

Toimitussihteeri

Managing editor

Ilmestyy 4—6 numeroa vuodessa; ajoittain lisänidoksia
Issued as 4—6 numbers yearly and occasional supplements

SARJAT — SERIES

Agrogeologia, -chimica et -physica

— Maaperä, lannoitus ja muokkaus

Agricultura — Kasvinviljely

Horticultura — Puutarhanviljely

Phytopathologia — Kasvitaudit

Animalia domestica — Kotieläimet

Animalia nocentia — Tuhoeläimet

JAKELU JA VAIHTOTILAUKSET
DISTRIBUTION AND EXCHANGE

Maatalouden tutkimuskeskus, kirjasto, Tikkurila
Agricultural Research Centre, Library, Tikkurila, Finland

SOIL FACTORS AFFECTING THE CALCIUM STRONTIUM RATIO
IN PLANTS

ESKO LAKANEN

Isotope Laboratory

Agricultural Research Centre, Tikkurila, Finland

MIKKO SILLANPÄÄ

Department of Soil Science

Received April 22, 1968

In its passage from the soil into agricultural products and biological systems such as the human body, radioactive strontium is accompanied by calcium. Since in Finland the most important source of Ca in human nutrition is milk, and timothy is an important plant in cattle feeding, timothy was chosen as the test object for studying the influence of soil factors on the Ca/Sr ratio of plants. The soil factors chosen were: pH, organic matter content, clay content, cation exchange capacity, exchangeable cations (Ca, Mg, K, Sr), readily soluble phosphorus and solubility of strontium. This investigation is a sequel to another recently published by the same authors (LAKANEN and SILLANPÄÄ 1967).

The soil samples represent typical Finnish soils of relatively low fertility level. No attempt was made to artificially reduce the Sr uptake of plants but the idea was to gain a picture of the soil factors affecting the Sr uptake and Ca/Sr ratio of plants in normal conditions.

The naturally high Sr content of Finnish soils lowers the specific activity of Sr 90, which may be of importance. However, more detailed information is needed on this point.

The content of radioactive Sr is usually given as the Sr/Ca ratio, e.g. pCi Sr 90/g Ca. The figures (Ca/Sr ratio) used in this paper give the ratio of Ca atoms to Sr atoms on an equivalent basis.

Material and methods

Both soil and timothy samples were collected from 221 sites from various parts of the country. The analytical methods and results concerning soil samples were given in detail in the previous paper (LAKANEN and SILLANPÄÄ 1967). The plant material was analysed with an ARL 2-meter grating spectrograph (LAKANEN 1961).

For statistical calculations the material was divided into the groups given in Table 1.

Table 1. Grouping of samples for statistical analyses
Taulukko 1. Aineiston ryhmittely tilastollisissa analyyseissa

1 Fine mineral soils	94 samples
2 Coarse mineral soils	66 »
3 Mineral soils (groups 1 + 2)	160 »
4 Organogenic soils	61 »
5 All soils (groups 1—4)	221 »

Both linear and curvilinear regressions were calculated. Significant linear regressions are given

and curvilinear in cases where they fit significantly better than the linear ones. The significances are given at 99.9***, 99** and 95* per cent levels.

Results and discussion

Discrimination of strontium

The contents of both Ca and Sr of plants increase in the order: fine mineral soils — coarse mineral soils — organogenic soils (Table 2). The increase of Sr contents, however, exceeds that of Ca, causing a decrease of Ca/Sr in the same order.

Table 2. Mean values of plant analyses
Taulukko 2. Kasvianalysien keskiarvot

Soil group	Timothy samples	ppm in dry matter		Ca/Sr
		Ca	Sr	
Fine mineral soils	94	2 376	15.04	346
Coarse mineral soils . . .	66	2 548	19.30	289
Organogenic soils	61	2 628	24.29	237
All soils	221	2 497	18.87	289

The discrimination of Sr is usually given as the OR value, which is defined by RUSSEL (1966) thus: »The Sr/Ca Observed Ratio (OR)» expresses the overall discrimination that is observed in the movement of the two elements from a source into a biological system, for example from soil to plant

$$OR_{\text{plant/soil}} = \frac{\text{Sr/Ca in plant}}{\text{Sr/Ca in soil}}$$

The term DF (Discrimination Factor) has often been used as a synonym for OR (e.g. FOWLER 1965).

The Ca/Sr ratio in plants (289) and the corresponding ratio (263) in soil extracts (LAKANEN and SILLANPÄÄ 1967) give an OR of 0.91, showing about 10 per cent discrimination against Sr, in Sr uptake by plants. This figure can be considered quite normal, since the OR values for various plants usually fall within a relatively narrow range of 0.7—1.3. (COMAR et al. 1957, VOSE and KOONTZ 1960).

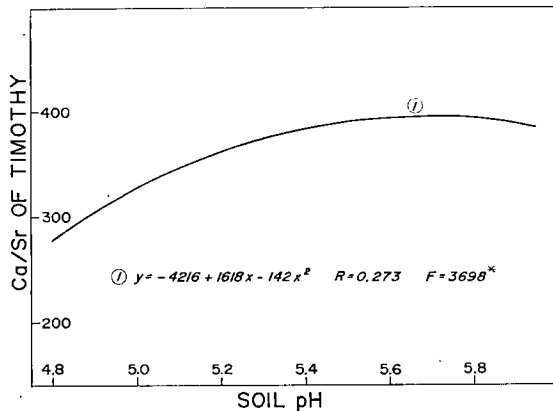


Fig. 1. Ca/Sr ratio of timothy as a function of soil pH in fine mineral soils.

Kuva 1. Timotein Ca/Sr -suhte brienoen kivennäismaidan pH:n funktiona.

Soil pH

Soil pH is of essential importance in the nutrient uptake of plants. The increase of pH is followed by decreasing uptake of several cations, including Sr, as shown by several investigators (e.g. SCHROEDER and GÜNTHER 1967, LAKANEN and PAASIKALLIO 1968). The increase of the Ca/Sr ratio of plants with increasing soil pH is obviously due to firmer binding of Sr than Ca to soil, but the increase of pH is also usually accompanied by increasing exchangeable calcium. However, this kind of relation between soil pH and the Ca/Sr ratio of timothy only reached statistical significance in the group of fine mineral soils (Fig. 1).

Organic matter content

The influence of soil organic matter (OM) on the uptake of nutrients is usually beneficial, since OM increases the solubility of several nutrients (e.g. SILLANPÄÄ 1962).

On the other hand, some nutrients, especially micronutrients, may be very firmly bound by OM. The effect of OM on the uptake of radiostrontium by plants has been studied extensively and the results show that addition of OM decreases both the uptake of radiostrontium and the radiostrontium/calcium ratio (e.g. FREDRIKSSON and ERIKSSON 1966).

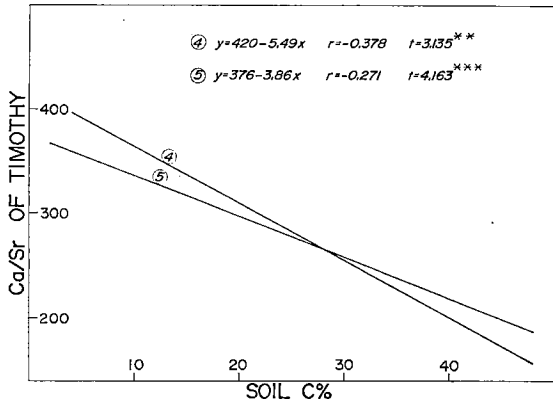


Fig. 2. Ca/Sr ratio of timothy as a function of soil organic matter content in organogenic soils (4) and in the whole material (5).

Kuva 2. Timotein Ca/Sr -suhde maan orgaanisen aineksen pitoisuuden funktiona eloperäisissä maissa (4) ja koko aineistossa (5).

The results of this study, however, indicate an increase of Sr uptake (decrease of Ca/Sr) with increasing content of soil natural OM (Fig. 2).

It is apparent that the increasing Sr uptake is not directly due to increasing OM, but also to simultaneously decreasing base saturation level and soil pH. Especially the group of organogenic soils includes peats with low liming and fertilization levels causing a low base saturation degree in the soil and a low Ca/Sr ratio in plants.

Clay content

In spite of the similar behaviour of Ca and Sr, differences in their binding characteristics with reactive colloids and in their availability to plants are to be expected. The effect of clay on the Ca/Sr ratio of plants was studied from a material of 152 mineral soil samples containing clay ($< 2 \mu$). The average clay content was 32 %, which is relatively high but typical of Finnish soils.

The uptake of Sr decreases with increasing clay content. A highly significant correlation exists between the Ca/Sr ratio of timothy and the clay content (Fig. 3). SCHROEDER and GÜNTHER (1967) reported similar results. In an experiment with a very finely powdered bentonite clay, ADAMS et al. (1965) found that an increase of clay concentration to 10 % decreased the Sr 90 uptake of radishes by a factor of 6. The change

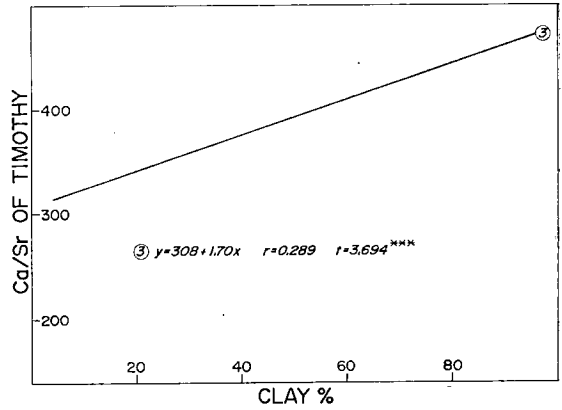


Fig. 3. Ca/Sr ratio of timothy as a function of clay content of mineral soils.

Kuva 3. Timotein Ca/Sr -suhde maan savipitoisuuden funktiona kivennäismaissa.

in the Sr 90/Ca ratio was not given. On the basis of the present results the strontium-fixing ability of Finnish soils of high clay content is of importance.

CEC and base saturation degree

Cation exchange capacity increases with increasing OM and clay contents, and hence, with increasing contents of reactive colloids, more Sr binding can be expected. The uptake of Sr by plants is found to decrease with increasing CEC.

The effect of CEC on the Ca/Sr ratio of plants is the reverse, as indicated by the regression given in Fig. 4. However, the correlation between

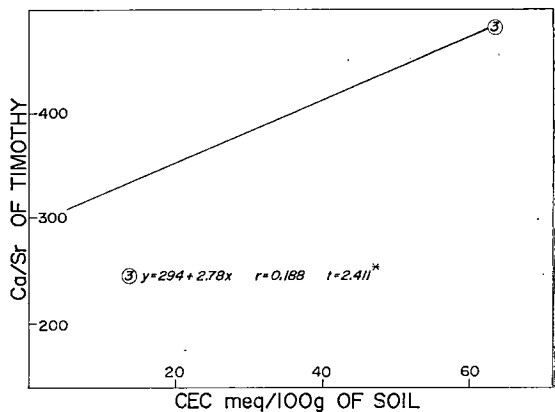


Fig. 4. Ca/Sr ratio of timothy as a function of CEC in mineral soils.

Kuva 4. Timotein Ca/Sr -suhde maan kationinvaihtokapasiteetin funktiona kivennäismaissa.

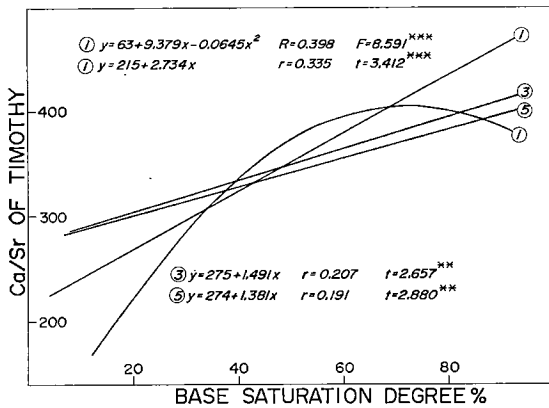


Fig. 5. Ca/Sr ratio of timothy as a function of base saturation degree in various soil groups.

Kuva 5. Timotein Ca/Sr -suhde maan emäskyllästysasteen funktiona eri maalajiryhmissä.

these factors is significant only in mineral soils, apparently owing to the similar correlation between Ca/Sr and clay content, the latter of which again is a partial factor in CEC. The lower degree of significance of the Ca/Sr — CEC correlation in mineral soils may be caused by organic matter, which, in spite of increasing the CEC, lowers the Ca/Sr ratio of plants (Fig. 2). In organogenic soils, where clay has less and organic matter more influence on CEC, the correlation between Ca/Sr and CEC is obscured.

Base saturation degree, given as the percentage of the sum of Ca + Mg + K on CEC, bears a clear positive correlation to the Ca/Sr ratio in most soil groups (Fig. 5). This can be explained as due to competition between the cations in the soil, i.e. the higher the base saturation degree the less the uptake of Sr by plants. Since the base saturation degree of Finnish soils is relatively low (in this material 45—50 % on the average) and can be raised with liming and mineral fertilizing, it is also possible to raise the Ca/Sr ratio of plants.

Exchangeable cations

In addition to the effect of the sum of exchangeable cations of soil on the Ca/Sr ratio of timothy, correlations between the ratio and single cations were calculated. The effect of Ca was nat-

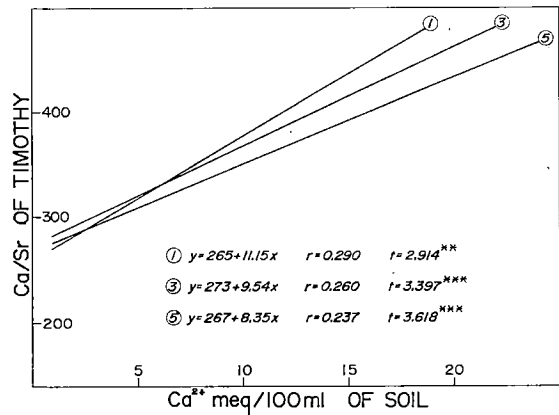


Fig. 6. Ca/Sr ratio of timothy as a function of exchangeable calcium in various soil groups.

Kuva 6. Timotein Ca/Sr -suhde maan vaihtuvan kalsiumin funktiona eri maalajiryhmissä.

urally strongest and the correlations between exchangeable Ca and the Ca/Sr ratio are highly significant in three out of five soil groups (Fig. 6).

The importance of exchangeable soil calcium as a limiting factor in Sr uptake by plants was clearly shown (ANDERSEN 1963, FREDRIKSSON et al. 1961) and explained on the basis of competition between Ca and Sr in Sr uptake by plants.

Exchangeable Sr of soil was not significantly correlated to Ca/Sr of timothy, while both linear and curvilinear correlations between the Ca/Sr ratio determined from the acid ammonium acetate extract and Ca/Sr ratio of plants were highly significant in all soil groups (Fig. 7). This indicates that soil analyses can be considered as a relatively reliable measure for prediction of the Ca/Sr ratio in plants. It is also apparent that the extraction method (0.5 N $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, pH 4.65, shaking time 60 min, volumetric extraction ratio 1 : 10, VUORINEN and MÄKITIE 1955) used in this study is well suited for analyzing acid Finnish soils. WILLIAMS and DAVID (1963), when studying the relation between the Ca/Sr ratio of soils and that of plants, used 1-N ammonium chloride and water as extractants. The regression coefficients (1.0—1.3) obtained by them were similar to those given in Fig. 7.

The behaviour of exchangeable soil magnesium resembles that of calcium. Significant correlations between soil Mg and the Ca/Sr ratio of

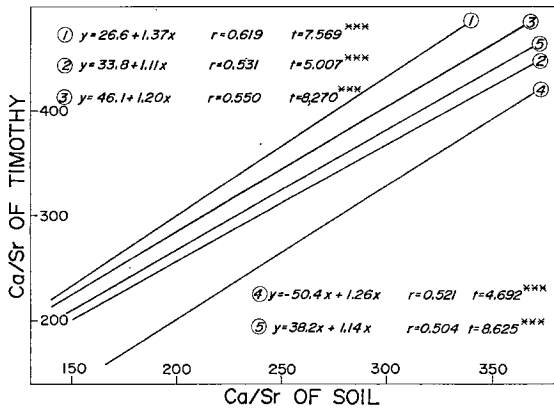


Fig. 7. Ca/Sr ratio of timothy as a function of soil Ca/Sr ratio in various soil groups.

Kuva 7. Timotein Ca/Sr -suhde maan Ca/Sr -suhteen funktiona eri maalajiryhmissä.

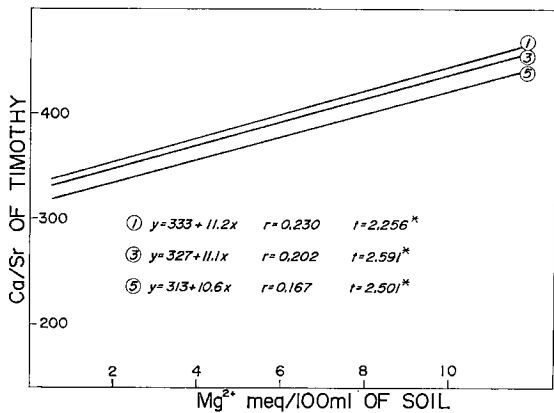


Fig. 8. Ca/Sr ratio of timothy as a function of exchangeable magnesium in various soil groups.

Kuva 8. Timotein Ca/Sr -suhde maan vaihtuvan magnesiumin funktiona eri maalajiryhmissä.

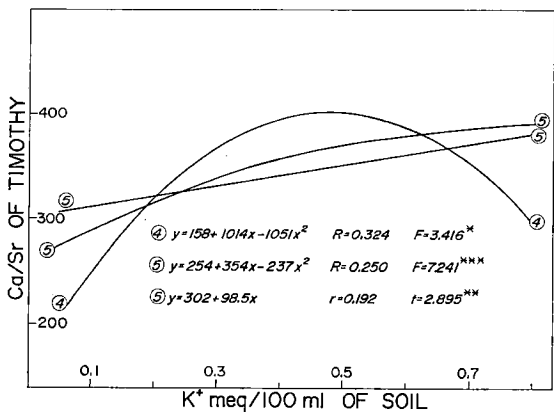


Fig. 9. Ca/Sr ratio of timothy as a function of exchangeable potassium in organogenic soils (4) and in the whole material (5).

Kuva 9. Timotein Ca/Sr -suhde maan vaihtuvan kaliumin funktiona eloperäisissä maissa (4) ja koko aineistossa (5).

timothy exist in the same soil groups as those between Ca and the Ca/Sr ratio, even though the correlations are at a lower significance level (Figs. 6 and 8). The behaviour of exchangeable potassium differs somewhat from that of calcium and magnesium. The strongest correlation exists in soil group 5 (whole material), where the regression approaches linearity (Fig. 9). Similarly in the group of organogenic soils, where Ca and Mg did not correlate with the Ca/Sr ratio of timothy, a significant curvilinear regression between potassium and the ratio exists. The slight curvilinearity in the whole material is apparently a reflection of that in organogenic soils.

Soil phosphorus

Highly significant correlations ($r = 0.33^{***} - 0.57^{***}$) between the phosphorus content of timothy and readily soluble soil phosphorus were found in an earlier study with the same material in all soil groups (LAKANEN 1963), indicating the reliability of the extractant used in determining the soil phosphorus available to plants.

The regressions given in Fig. 10 indicate a distinct decrease of the Ca/Sr ratio of timothy with increasing soil phosphorus in most soil groups. Especially in organogenic soils this decrease is remarkable. This result, however, does not explain the reasons for the decrease of the

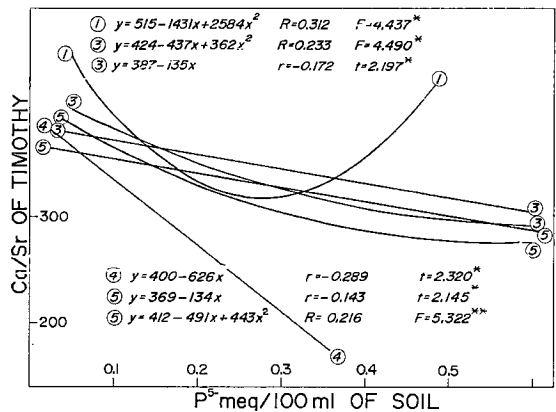


Fig. 10. Ca/Sr ratio of timothy as a function of readily soluble phosphorus in various soil groups.

Kuva 10. Timotein Ca/Sr -suhde maan helpolluukoisen fosforin funktiona eri maalajiryhmissä.

ratio. WILLIAMS and DAVID (1963) reported similar results from a field experiment. The mean Ca/Sr ratio of plants for the plots receiving phosphate was significantly lower than that for the no-phosphate plots. Contrary results have also been reported. Great amounts of applied phosphates decrease the uptake of radiostrontium (FREDRIKSSON 1963 and others).

Solubility of strontium

Factors affecting the solubility of strontium calculated as a percentage of acid ammonium acetate exchanged on total soil strontium were discussed in more detail in the previous paper by the authors (LAKANEN and SILLANPÄÄ 1967).

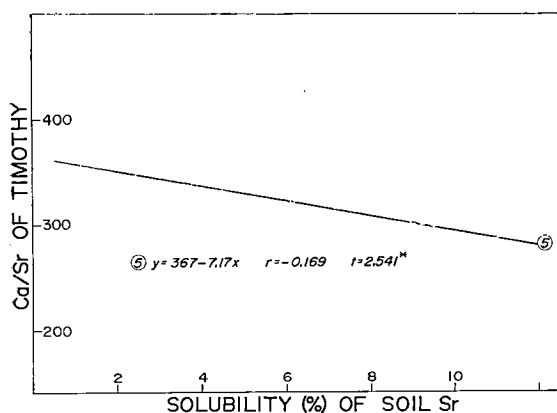


Fig. 11. Ca/Sr ratio of timothy as a function of solubility of soil strontium in the whole material.

Kuva 11. Timotein Ca/Sr -suhde maan strontiumin liukoisuuden funktiona koko aineistossa.

Since no correlation was found between the exchangeable strontium and Ca/Sr ratio of timothy, the respective correlations with Sr solubility were calculated and a significant negative correlation was found in the whole material (Fig. 11). This may be indirectly explained by the correlation between soil OM and the Ca/Sr ratio (Fig. 2) and by the increasing effect of OM on Sr solubility found in an earlier study (LAKANEN and SILLANPÄÄ 1967).

Summary

The effect of several soil factors on the Ca/Sr ratio in timothy was studied in material consisting of soil and timothy samples from 221 sites. The Ca/Sr ratio increased with increasing clay content, pH, CEC, base saturation degree, and with exchangeable Ca, Mg and K, while with increasing contents of organic matter, readily soluble phosphorus and increasing solubility of Sr the ratio decreased. The Ca/Sr ratio of soil determined from acid ammonium acetate extract gave a reliable picture of that ratio in the plant, both in the material as a whole and in the various soil groups.

Acknowledgement. — The authors wish to thank the State Commission for Agricultural and Forestry Sciences of Finland for financial aid, and Mr. Seppo Hyvärinen, M. A., for the statistical calculations.

REFERENCES

- ADAMS, W. H. et al. 1965. Relationship of soil plant and radionuclide (Ed. FOWLER: Radioactive fallout, soils, plants, foods, man), p. 30—51, New York.
- ANDERSEN, A. J. 1963. Influence of liming and mineral fertilization on plant uptake of radiostrontium from Danish soils. *Soil Sci.* 95: 52—59.
- COMAR, C. L., RUSSELL, R. S. & WASSERMAN, R. H. 1957. Strontium-calcium movement from soil to man. *Science* 126: 485—492.
- FOWLER, E. B. 1965. Radioactive fallout, soils, plants, foods, man. 317 p. New York.
- FREDRIKSSON, L., ERIKSSON, Å. & HAAK, E. 1961. Studies on plant accumulation of fission products under Swedish conditions. II. Influence of lime and phosphate fertilizer on the accumulation of Sr 89 in red clover grown in 29 different Swedish soils. *FOA 4 Rapp. A* 4188—4623, 30 p.
- FREDRIKSSON, L. 1963. Studies on plant absorption of Sr 90 and Cs 137 from some tropical and subtropical soils. *Ibid. A* 4319—4623, 38 p.
- & ERIKSSON, Å. 1966. Studies on plant accumulation of fission products under Swedish conditions. VII. Plant absorption of Sr 90 and Cs 137 from soil as influenced by soil organic matter. *Ibid. A* 4485—4623, 25 p.
- LAKANEN, E. 1961. A method of determination of inorganic components of plants. *Agrogeol. Publ.* 77: 1—26.

- LAKANEN, E. 1963. A comparison of three extractants used in routine soil analysis. *Ann. Agric. Fenn.* 2: 163—168.
- & PAASIKALLIO, A. 1968. The effect of soil factors on the uptake of radiostrontium by plants. Part I. *Ibid.* 7: 89—94.
- & SILLANPÄÄ, M. 1967. Strontium in Finnish soils. *Ibid.* 6: 197—207.
- RUSSELL, R. S. 1966. *Radioactivity and human diet.* 552 p. Oxford.
- SCHROEDER, D. & GÜNTHER, J. 1967. Uptake of radioactive Sr 89 by forage plants from soils of Schleswig-Holstein and from model soils. *Proc. Symp. Vienna 1966: Isotopes in plant nutrition and physiology,* p. 27—33.
- SILLANPÄÄ, M. 1962. On the effect of some soil factors on the solubility of trace elements. *Agrogeol. Publ.* 81: 1—24.
- VOSE, P. B. & KOONTZ, H. V. 1960. The uptake of strontium and calcium from soils by grasses and legumes and the possible significance in relation to Sr 90 fallout. *Hilgardia* 29: 575.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeol. Publ.* 63: 1—44.
- WILLIAMS, C. H. & DAVID, D. J. 1963. The uptake of calcium and strontium by plants from some Australian soils. *Austr. J. Soil Res.* 1: 185—202.

SELOSTUS

Kasvin kalsium-strontium -suhteeseen vaikuttavia maaperätekijöitä

ESKO LAKANEN
Isotooppilaboratorio

MIKKO SILLANPÄÄ
Maantutkimuslaitos

Maatalouden tutkimuskeskus, Tikkurila

Tutkimuksella pyrittiin selvittämään eri maaperätekijöiden vaikutusta kasvin Ca/Sr -suhteeseen. Radioaktiivinen strontium kulkeutuu ravintoketjuissa kalsiumin mukana maataloustuotteisiin ja edelleen ihmiseen. Mikäli kulkeutumista säätelevät tekijät tunnetaan, voidaan maataloustuotteisiin kulkeutuvan radiostrontiumin määrää alentaa. Tutkimus on jatkoa maaperämme strontiumia koskevalle selvitykselle (LAKANEN ja SILLANPÄÄ 1967). Heinäkorjuuaikana eri puolilta maata kootuista timoteinäytteistä (221 kpl) ja vastaavista maanäytteistä suoritettujen analyysien perusteella tarkastellaan tilastomatematisesti kasvin Ca/Sr -suhteen riippuvuutta eri maaperätekijöistä. Yleisyytensä ja tärkeytensä takia karjan ruokinnassa on timotei sopiva tarkastelukohde. Tutkimuksessa seurataan luonnon (ei-radioaktiivisen) strontiumin kulkeutumista kalsiumin mukana.

Maaperästä kasviin siirryttäessä tapahtuu vähäistä strontiumin hylkiytymistä. Maauutteessa oli keskimäärin 263 kalsiumatomia yhtä strontiumatomia kohden. Vastaava kasvimateriaalin keskiarvo oli 289, joten $OR = 0.91$, mikä osoittaa noin 10 %:n keskimääräistä diskriminaatiota timotein strontiumin otossa.

Maan pH:n noustessa on odotettavissa, että strontium sitoutuu kalsiumia lujemmin, jolloin kasvin Ca/Sr -suhte nousee. Tästä antaa viitteen kuva 1. Riippuvuus on tosin tilastollisesti luotettavaa vain hienojen kivennäismaiden ryhmässä.

On todistettu, että orgaanisen aineksen lisäys maahan alentaa kasvien radiostrontiumin ottoa. Kuvasta 2 nähdään kuitenkin, että timotein suhteellinen luonnon stron-

tiumin otto kasvaa (Ca/Sr alenee) eloperäisten maiden ryhmässä ja koko aineistossa maan humusprosentin kasvaessa. Tämä ei suinkaan kumoa edellistä väitettä, vaan Ca/Sr -suhteen aleneminen johtunee lähinnä eloperäisten maittemme alhaisesta emäskyllästysasteesta ja kalsiumin pitoisuudesta.

Maaperän reaktiokykyisen aineosan, saven, pitoisuuden kasvaessa alenee timotein suhteellinen Sr-otto (kuva 3). Raskaampina alkuaineena se sitoutuu kalsiumia lujemmin maan kolloidiseen fraktioon. Maittemme korkealla savipitoisuudella on ilmeisesti suuri merkitys useidenkin radioaktiivisten saastenuklidien sitojana.

Kationinvaihtokapasiteetin kasvu suurentaa Ca/Sr -suhdetta (kuva 4). Korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä vain kivennäismaiden ryhmässä, ja siihen saattaa vaikuttaa kationinvaihtokapasiteettia samanaikaisesti lisäävä savipitoisuuden kasvu. Vaihtuvan kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin summasta laskettu emäskyllästysaste on koko aineistossa vain suuruusluokkaa 45—50 % ja eloperäisten maiden ryhmässä vieläkin alhaisempi. On näin ollen täysin odotettua, että emäskyllästysasteen kasvaessa myös Ca/Sr -suhte kasvaa.

Emäskyllästysasteeseen vaikuttavista kationeista todetaan, että:

(1) Kalsiumin ja magnesiumin määrien kasvaessa kasvaa kasvin Ca/Sr -suhte lähes samalla tavalla ja samoissa maalajiryhmissäkin. Kalsiumin vaikutus on kuitenkin tilastollisesti merkitsevämpi (kuvat 6 ja 8).

(2) Maan vaihtuva Sr ei muuta merkitsevästi kasvin Ca/Sr -suhdetta. Sen sijaan maan vaihtuvasta kalsiumista

ja strontiumista laskettu Ca/Sr -suhde on erittäin luotettavassa korrelaatiossa kasvin Ca/Sr -suhteen kanssa kaikissa maalajiryhmissä (kuva 7).

(3) Myös maan vaihtuva kalium on positiivisesti merkittävässä korrelaatiossa kasvin Ca/Sr -suhteen kanssa, tosin eri maalajiryhmissä kuin Ca ja Mg (kuva 9).

Maan heppoliukoisien fosfaattifraktion kasvaessa näyttää kasvin Ca/Sr -suhde alenevan etenkin eloperäisten maiden ryhmässä (kuva 10). Fosforilannoituksen vaikutuksesta kasvin Ca/Sr -suhteeseen on kirjallisuudessa esitetty melko ristiriitaisia tietoja.

Maan vaihtuva strontium ei ollut korrelaatiossa kasvin Ca/Sr -suhteen kanssa. Maan totaalinen ja vaihtuvasta

strontiumista laskettu strontiumin liukoisuusprosentti osoittautui kuitenkin olevan korrelaatiossa kasvin Ca/Sr -suhteen kanssa. Kasvava liukoisuus ilmeisesti lisää kasveille käyttökelpoista strontiumfraktiota ja alentaa täten kasvin Ca/Sr -suhdetta (kuva 11).

Tutkimus osoitti, että kasvin kalsium-strontium -suhde riippuu varsin monista ympäristötekijöistä, joiden kaikkien analysointi ja erittely on sangen suuritöistä. Näyttää olevan helpointa seurata ja ennustaa kasvin Ca/Sr -suhde etukäteen maauutteen vastaavan suhteen perusteella, millä seikalla voi olla merkitystä arvioitaessa saastuneiden viljelysmaiden tulevia käyttömahdollisuuksia.

GROWTH SUBSTRATE OF PLANTS AND THE REPRODUCTION RATE OF TETRANYCHUS TELARIUS (L.), ACYRTHOSIPHON PISUM HARRIS AND MYZUS PERSICAE (SULZ).

MARTTI MARKKULA, KATRI TIITTANEN
and VEIKKO KANERVO

Agricultural Research Centre, Department of Pest Investigation
Tikkurila, Finland

Received August 30, 1968

In Finland, a large number of greenhouse plants are being cultivated on peat in accordance with the studies made by PUUSTJÄRVI (e.g. 1961, 1962 a and b). Favourable results have been obtained with this new method of cultivation, and there have frequently been substantial increments in yield. According to statements by some growers, cultivation on peat has the added advantage that peat-grown plants are less susceptible to pests and suffer less damage than plants grown on mineral soil.

In several countries, including Finland, there are a number of supporters of what is known as the biodynamic method of cultivation, who claim that on plants grown biodynamically have a pest incidence lower than normal and higher resistance to pests (e.g. SEIFERT 1964, ELSTRUP RASMUSSEN 1966). A heavy application of compost is one of the essential features of this method. SCHAEFFENBERG (1968) has recently reported that, in comparison with an unfertilized substratum, compost decreases the number of larvae and adults of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say, and the damage done by this pest.

The authors have carried out a few preliminary tests to check the validity of the reported advantages of cultivation in peat and in compost.

Material and methods

The test animals were the two-spotted spider mite, *Tetranychus telarius* (L.), the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* Harris, and the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulz.). The test plants were the broad bean cv Hangdown in trials 1—3, the tomato cv Selandia Orig. in trial 4, and the sugar beet cv Hilleleshøg Aa Be Ce OE in trial 5. The tests were carried out in the springs of 1965 and 1967 in the greenhouse at an average temperature of 23°C (20°—28°C). The test plants were grown in plastic pots. There were 15 plants per treatment in trial 2, and 20 in all the others. The two-spotted spider mites and pea aphids were reared on broad bean and the green peach aphids on sugar beet prior to the trials. At the beginning of the trials the broad bean plants were 10 days old, 10 cm tall and had 2—3 leaves, the tomato plants 34 days old, 15—20 cm tall and had 8—10 leaves, and the sugar beet plants were 25 days old, 8—11 cm tall and had 5—6 leaves.

Two teleiochrysalis females and one adult male of the spider mite were placed in a rearing ring (FRITZSCHE 1955) on one leaf of each test plant. On the broad bean they were placed on the second leaf up (group I), from which new spider mites (group II) were removed to the tenth leaf

up after two or three weeks. On the tomato plants the test animals were placed on the sixth leaf; and on the sugar beet plants on the fourth. A count of all stages of spider mites was made two or three weeks later.

The aphid specimens belonged to a clone originating from a single nymph. The pea aphids were of the green form. The test aphids were of the same age within one day. Recently matured apterous virginoparous females were placed in rearing cages (see MARKKULA 1963) on leaves of the test plants, one aphid to each plant. The pea aphids were placed on the first leaf of the bean plants (group I), from which the second generation was transferred to the third leaf one week later (group II); while the green peach aphids were placed on the third leaf of the tomato and sugar beet plants. The cages were checked weekly, and the offspring removed and counted.

The substrates were as follows. *Trial 1*, a. sphagnum peat, with fertilizer as recommended, b. clayey finesand, with fertilizer as recommended, c. compost. *Trial 2*, a. finesandy mould, made equivalent to the compost by addition of fertilizer, b. compost. *Trial 3*, same as in trial 1. *Trial 4*, a. sphagnum peat, made equivalent to the compost with fertilizer, b. sandy finesand rich in humus, made equivalent to the compost with fertilizer, c. compost. *Trial 5*, a. sandy clay rich in humus, with fertilizer as recommended, b. sandy clay in humus, made equivalent to the compost with fertilizer, c. compost.

The soil testing and the fertilizer recommendations were made by Viljavuuspalvelu Oy (Soil Testing Service Ltd, Helsinki). By »fertilizer as recommended» is here meant the most suitable amount of fertilizer for the test plants on the respective soils. Efforts were made to obtain a genuine biodynamic compost for the tests, and this was obtained from the garden of Mr Kosmas Kiiskinen's health resort at Piikkiö. The garden is well known in Finland to be biodynamically cultivated. The basis of the compost was sandy coarse finesand extremely rich in humus, to which ashes, fish, urine, dung and preparations Nos. 500, 501 and 505 (see e.g. ELSTRUP RASMUSSEN 1964, 1965) had been added.

The substrates did not greatly affect the growth of the plants. In trial 1 and 3 the plants grown in clayey finesand (b) were a paler green and slightly less sturdy-looking than those in the other treatments. In trial 4 the plants in treatment c initially developed less rapidly than the others, and were a pale green with slight yellow spotting for three weeks.

The data obtained from the trials were subjected to the TUKEY-HARTLEY test.

Results

Trial 1. The reproduction of the two-spotted spider mite and the pea aphid was independent of the growth substrate of the host plants. There were no statistically significant differences between the numbers of offspring on plants growing on sphagnum peat with fertilizer as recommended (a), on clayey finesand with fertilizer as recommended (b) and on compost (c) (Fig. 1).

Trial 2. The substrates did not differ in their effects. There were no significant differences in the reproduction of the spider mites and pea aphids on bean plants grown on compost (b) and mineral soil made equivalent to compost by addition of fertilizer (a) (Fig. 1).

Trial 3. The spider mites and pea aphids of group I reproduced significantly more effectively on bean plants grown on sphagnum peat with fertilizer as recommended (a) and on compost (c) than on finesand with fertilizer as recommended (b). There were no significant differences in the reproduction of the spider mites of group II (Fig. 1).

Trial 4. The substrate had a distinct effect on the reproduction of the spider mites and peach aphids living on the tomato plants (Fig. 2). The spider mites reproduced significantly more effectively on the tomato plants on compost (c) and on sphagnum peat made equivalent to compost with fertilizer (a) than on the tomato plants on finesand made equivalent to compost with fertilizer (b). Moreover, the fertilized sphagnum peat (a) and the fertilized finesand (b) caused a very significant increase in the reproduction of the peach aphids, as compared with the compost (c).

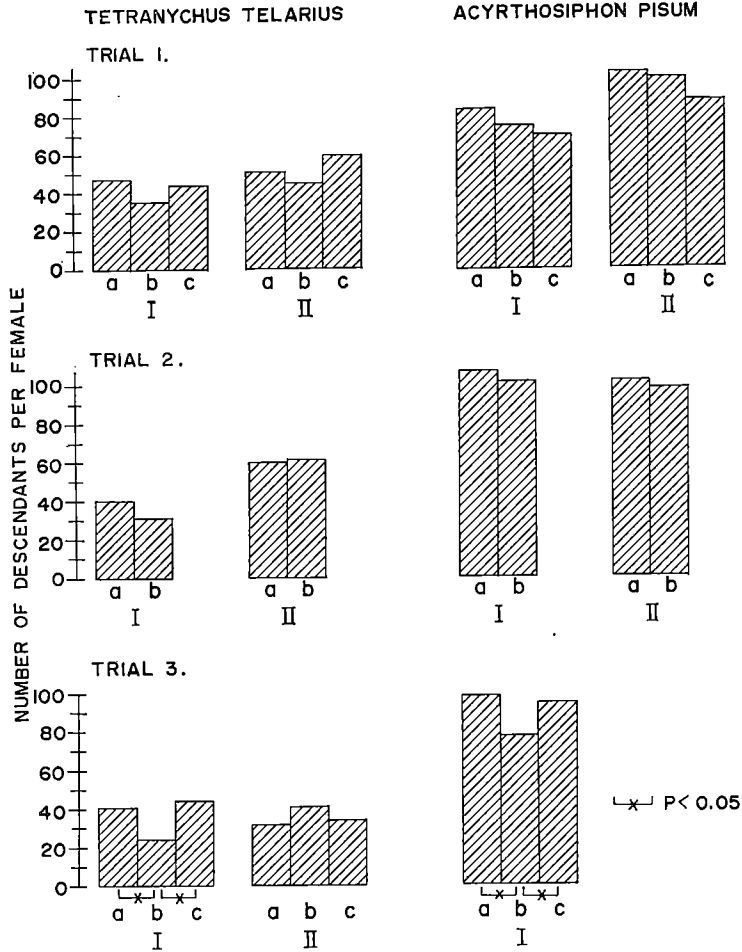


Fig. 1. Effect of the growth substrate of broad bean on the reproduction rate of *Tetranychus telarius* and *Acyrthosiphon pisum*. Substrates (a, b and c) are explained on page 282. Tests were carried out in duplicate on the same plants, groups I and II.

Kuva 1. Härkäpavun kasvualustan vaikutus vibannespunkin ja hernekeirvan lisääntymiseen. Kasvualustat (a, b ja c) on selostettu sivulla 282. Kokeet tehtiin samoissa kasveissa kaksi kertaa, ryhmät I ja II.

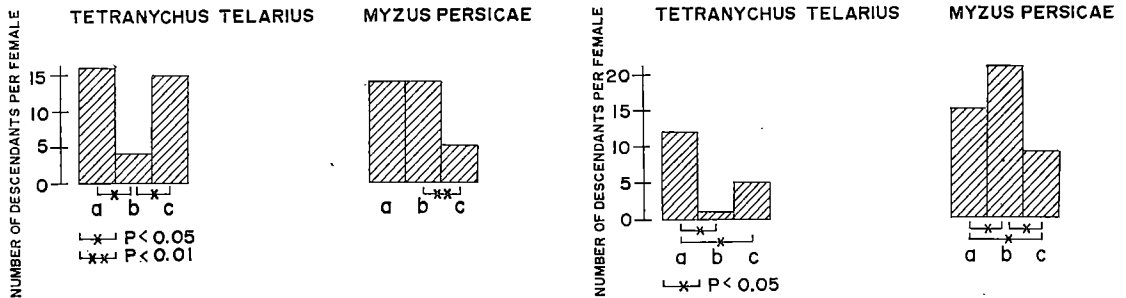


Fig. 2. Effect of the growth substrate of tomato on the reproduction rate of *Tetranychus telarius* and *Myzus persicae*. Substrates (a, b and c) are explained on page 282.

Kuva 2. Tomaatin kasvualustan vaikutus vibannespunkin ja persikkakeirvan lisääntymiseen. Kasvualustat (a, b ja c) on selostettu sivulla 282.

Fig. 3. Effect of the growth substrate of sugar beet on the reproduction rate of *Tetranychus telarius* and *Myzus persicae*. Substrates (a, b and c) are explained on page 282.

Kuva 3. Sokerijuurikkaan kasvualustan vaikutus vibannespunkin ja persikkakeirvan lisääntymiseen. Kasvualustat (a, b ja c) on selostettu sivulla 282.

Trial 5. The spider mite reproduced significantly less effectively on sugar beet grown on compost (c) and on sandy clay made equivalent to compost (b) than on beet grown on sandy clay with fertilizer as recommended (a) (Fig. 3).

The number of offspring of the peach aphids was smallest on the sugar beet plants grown on compost (Fig. 3).

Discussion

Preliminary trials showed that the effect of the growth substrate upon the reproduction of the two-spotted spider mite, pea aphid and green peach aphid was rather small. In no test did the pests on broad bean grown on sphagnum peat reproduce less effectively than those on broad bean grown on finesand. When the differences were statistically significant they indicated a higher reproduction rate on peat than on finesand. Predictions reaching us from growers to the effect that plants grown on peat would reveal a lower incidence of pests than plants grown on mineral soil were thus not substantiated. The results might have been different if other soil types had been used for comparison. The present preliminary trials, so far as is known, are the only trials up to now in which the effects of peat and mineral soil on the reproduction of pests have been compared.

None of the trials indicated that the spider mite or the pea aphid increased less on broad bean grown on compost than on broad bean grown on peat or mineral soil. On the contrary, some tests showed that both the test animals reproduced more rapidly on broad beans grown on compost than on broad beans grown on finesand.

The spider mite reproduced more rapidly on the tomato plants grown on peat and compost than on those grown on finesand. In comparison with the soils, compost was associated with significant decreased, reproduction in the spider mite on sugar beet and in the peach aphid on tomato and sugar beet. These were the only instances in which compost proved to be of advantage. In the tests made by SCHAEFFENBERG

(1968), compost reduced the damage done by the colorado potato beetle, as compared with an unfertilized substrate.

The substrate affects the physiological condition of the plants and hence the reproduction of pests. But although differences in reproduction can be shown to result from the substrate, it would seem that these differences are in general so small and vary so greatly according to the pest species that the substrate is unlikely to be of great importance in the prevention of damage.

Summary

By means of preliminary trials the present study compares the effects of growth substrates, especially peat and biodynamic compost, on the reproduction of the two-spotted spider mite *Tetranychus telarius* (L.) and the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* Harris on broad bean, and that of the two-spotted spider mite and the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulz.) on tomato and sugar beet.

The effect of the growth substrate was quite slight. In no trial did the pests reproduce less on plants grown on sphagnum peat than on those grown on mineral soil. On the contrary insofar as statistically significant differences appeared, they showed that reproduction was more abundant on plants grown on peat than on those grown on mineral soil.

In no trial did the two-spotted spider mite or the pea aphid, feeding on broad bean, reproduce less rapidly on compost than on peat or mineral soil. On the contrary, some of the trials showed that compost promoted the reproduction of both these test animals on broad bean in comparison with finesand.

The two-spotted spider mite reproduced more rapidly on tomato plants grown on compost and on sphagnum peat than on tomato on finesand, but less on sugar beet grown on compost than on sugar beet on sandy clay with recommended fertilization. In comparison with mineral soil, compost reduced the reproduction of the green peach aphid on tomato and sugar beet.

REFERENCES

- ELSTRUP RASMUSSEN, O. 1964. Bio-dynamisk havebrug. Tidsskr. Bio-dyn. Jordbr. 29, 1: 3—18.
- 1965. Bio-dynamiske besprøjtninger. Ibid. 30, 4: 3—25.
- 1966. Humus og plantesundhed. Ibid. 31. Bilag til nr. 4: 1—8.
- FRITSCH, R. 1955. Zur Methodik von Laboruntersuchungen an Spinnmilben (*Tetranychidae*). Nachr.bl. Deut. Pfl.schutzd. (Berlin) 9: 199—203.
- MARKKULA, M. 1963. Studies on the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* Harris (*Hom., Aphididae*), with special reference to the differences in the biology of the green and red forms. Ann. Agric. Fenn. 2, Suppl. 1: 1—30.
- PUUSTJÄRVI, V. 1961. Turve krysantheemin kasvualustana. (Summary: Peat as substrate for chrysanthemum). Suo 1961, 3: 46—47.
- 1961 a. Peat as a substrate for tomatoes and cucumbers. XVI thth Intern. Hort. Congr. 1962: 75—76.
- 1962 b. Peat as a substratum for carnations. Ibid. 1962: 311.
- SCHAERFENBERG, B. 1968. Der Einfluss der Edelkompostdüngung auf das Auftreten des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Z. Angew. Ent. 62: 90—97.
- SEIFERT, A. 1964. Vorbeugung durch Kompost. Anz. Schäd.l.k. 37: 183—184.

SELOSTUS

Kasvien kasvualustan vaikutuksesta vihannespunkin, hernekirvan ja persikkakirvan lisääntymiseen

MARTTI MARKKULA, KATRI TIITTANEN ja VEIKKO KANERVO

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkurila

Tutkimuksessa selvitettiin alustavin kokein kasvualustan, erityisesti turpeen ja ns. biodynaamisen kompostin vaikutusta vihannespunkin ja hernekirvan lisääntymiseen härkämpävussa sekä vihannespunkin ja persikkakirvan lisääntymiseen tomaatissa ja sokerijuurikkaassa. Tutkimuksen tarkoituksena oli alustavasti kontrolloida kentältä saapuneita tietoja, joiden mukaan turpeessa kasvaneissa kasveissa olisi vähemmän tuholaisia kuin kivennäismaassa kasvaneissa, ja myös biodynaamisen viljelyn kannattajien selostuksia siitä, että biodynaaminen komposti vähentää tuholaiden määrää.

Ainoassakaan kokeessa ei voitu todeta tuholaiden lisääntyneen rahkaturpeessa kasvaneissa kasveissa vähemmän kuin kivennäismaassa kasvaneissa. Sen sijaan turvevoimisti eräissä tapauksissa tuhoeläinten lisääntymistä kivennäismaahan verrattuna.

Ainoassakaan kokeessa eivät vihannespunkki ja hernekirva lisääntyneet kompostissa kasvaneissa härkämpävussa

vähemmän kuin turpeessa tai kivennäismaassa kasvaneissa. Joissakin kokeissa päinvastoin ilmeni, että molemmat koe-eläimet lisääntyivät runsaammin härkämpävussa, jotka kasvoivat kompostissa, kuin kasveissa, jotka kasvoivat hiedassa.

Vihannespunkki lisääntyi kompostissa kasvaneissa tomaateissa runsaammin kuin hiedassa kasvaneissa, mutta kompostissa kasvaneissa sokerijuurikkaissa vähemmän kuin suositellun lannoituksen saaneissa hietasavessa kasvaneissa. Komposti heikensi kivennäismaahan verrattuna persikkakirvan lisääntymistä tomaatissa ja sokerijuurikkaassa.

Alustavat kokeet osoittavat, että rahkaturve tuskin voi olla tuholaisvahinkojen ehkäisemisen kannalta edullisempi kasvualusta kuin kivennäismaa, ja että komposti saattaa heikentää joidenkin tuholaiden lisääntymistä, mutta voimistaa taas toisten.

NORMAALIN Y-LANNOKSEN, OULUN Y-LANNOKSEN JA VÄKEVÄN
OULUN Y-LANNOKSEN VERTAILEVAT KOKEET NURMELLASummary: **Comparative experiments with three various compounded
fertilizers on ley**

F. TENNBERG ja MAIJA VALMARI

Maatalouden tutkimuskeskus, Paikalliskoetointo, Helsinki

Saapunut 8. 9. 1968

Tässä tutkimuksessa selostettujen kokeiden ottamisesta Maatalouden tutkimuskeskuksen paikalliskoetointon ohjelmiin päätettiin eri neuvontajärjestöjen Pohjois-Suomen konsulenttien yhteisessä kokouksessa v. 1958. Eri Y-lannoslajien ja -määrien vertaileva tutkimus katsottiin käytännön tarpeen sanelemaksi, varsinkin kun Typpi Oy oli v. 1957 aloittanut seoslannoitteiden valmistamisen etenkin Pohjois-Suomea varten ja kun Rikkihappo Oy:n v. 1950 alkanut seoslannoitteiden tuotanto oli vuosi vuodelta lisääntynyt. Se, että kokeet päätettiin suorittaa heinänurmilla, johtuu luonnollisesti heinäviljelyn valtasemasta Pohjois-Suomessa; onhan siellä yli 70 % peltopinta-alasta nurmena.

Y-lannosten vertailevia kokeita on paikalliskokeiden lisäksi järjestetty tiettävästi vain Pohjois-Pohjanmaan koemasella vuosina 1960—65 ja sielläkin erilaisen koosuunnitelman mukaan. Kun niissä kokeissa, joita seuraavassa tutkimuksessa selostetaan, kuitenkin käytettiin eri Y-lannosmääriä, saatiin yhtymäkolttia eri typpimäärien vertaileviin kokeisiin, joiden tuloksia on huomattavassa määrin tutkittu ja kirjallisuudessa esitetty. — Merkille pantavaa on, että vaikka tie-

dettiin typpilannoituksen voimakkaasta heinäkasvien satoa lisäävästä vaikutuksesta, jota tutkittiin jo 1930-luvulla ja sitä aikaisemminkin (SIMOLA 1923, LÄHDE 1925, 1927, 1930, POHJAKALLIO 1934, 1945, TENNBERG 1935, 1944), ruvettiin vasta 1950-luvulla kiinnittämään huomiota siihen, että typpilannoitus lisää myös kasvien typpi- ja valkuaispitoisuutta (JÄNTTI 1953, LAINE 1953, 1955, SALONEN 1959). — Aikaisemmin kohdistui huomio ja tutkimus valkuaisrikkaiden rehuksien ja erityisesti apilan viljelyyn, jota Suomesakin paikalliskokeiden perusteella nurmien lannoitukseen nähden tutkittiin jo 1920-luvun alussa (SIMOLA 1923). Tehokkaan tutkimuksen kohteeksi tuli apilan viljely kuitenkin vasta 1940- ja 1950 -luvulla (Virtanen, Valle, Pohjakkallio ym).

Typpilannoituksen ratkaiseva merkitys valkuaispitoisen rehun tuotannossa tuli tehostetun tutkimuksen kohteeksi vasta 1960-luvulla (SALONEN, TAINIO ja TÄHTINEN 1962, SALONEN ja HIIVOLA 1963, JÄNTTI ja KÖYLIJÄRVI 1964, ISOTALO 1965, JÄNTTI ja HUOKUNA 1965, LAINE 1965, 1966, RAININKO 1968). — Ulkomaisista tämän alan tutkimuksista saatiin hyvä käsitys v. 1966

Helsingissä pidetyssä kansainvälisessä laidun- ja nurmiviljelyn kongressissa, jossa lannoitusjaoston yhtenä keskeisimpänä kysymyksenä käsiteltiin proteiinipitoisen rehun tuottamista lannoittamalla heinäkasveja typpilannoitteilla (International Grassland Congress 1966, Section 1: Grassland production). Kongressissa esitettiin alustuksia monissa eri maissa suoritettujen kenttä- ja astiakokeiden tuloksista.

Useimmissa sekä Suomessa että ulkomailla suoritetuissa eri typpimäärien vertailevissa kokeissa on käytetty suhteellisen suuria typpimääriä erilaisin porrastuksin (typpeä 0—1 000 kg/ha). Tulokset osoittavat yleensä heinän typpipitoisuuden selvää nousua eneneviä typpilannoitemääriä käytettäessä. — Paikalliskoetöimiston järjestämissä Y-lannoksien vertailevissa kokeissa oli lannoitemäärät valittu siten, että ne vastasivat Pohjois-Suomen olosuhteissa yleisimmin käytettyjä lannoitemääriä. Tällöin Y-lannoksiin sisältyvät typpimäärät 30, 60 ja 90 kg/ha (sivu 287 alh.) jäivät melkoisesti edellä mainittujen typpilannoitemäärien vertailevissa kokeissa käytettyjä määriä pienemmiksi. Siitä huolimatta kirjallisuudessa esitetyt eri typpimäärien kokeiden tulokset tukevat niitä päätelmiä, joita heinän laidun paranemiseen, erityisesti sen proteiinipitoisuuteen nähden on voitu tehdä seuraavassa esitettävän tutkimuksen perusteella.

Koecaineisto

Eri Y-lannoslajien vertailevia kokeita alettiin järjestää paikalliskokeina heinänumilla jo vuodesta 1958 alkaen, jolloin verrattiin keskenään normaalia Y-lannosta (Y_n) ja Oulun Y-lannosta (Y_o). Normaalin Y-lannoksen koostumus poikkesi silloin nykyisestä siten, että sen typpimäärä oli pienempi (6-13-9). Oulun Y-lannoksen ra-

vinnesisältö on pysynyt samana (12-9-17). Kun normaalin Y-lannoksen koostumusta muutettiin v. 1960 lisäämällä typpimäärä 6 prosentista 8 prosenttiin (8-13-9), eivät vuosien 1958 ja 1959 vertailukokeiden tulokset enää ole ajankohtaisia. Vuosina 1958 ja 1959 järjestettyjen kokeiden tuloksia ei ole julkaistu, mutta niitä on selostettu esitelmissä ja paikalliskoetöimiston vuosikertomuksissa. — Syksyllä 1960 laskettiin kauppaan väkevä Oulun Y-lannos (12-15-18). Koetarkoituksia varten Typpi Oy järjesti jo keväällä 1960 pienen erän tätä Y-lannoitetta paikalliskoetöimiston käyttöön, joten tästä vuodesta alkaen vuoteen 1964, siis viiden vuoden ajan, suoritettiin Pohjois-Suomen niitonurmilla melkoinen määrä yhtenäisen kaavan mukaisia Y-lannosten vertailukokeita. Kokeita järjestivät Oulun läänin Talousseura, Keski-Pohjanmaan, Kajaanin ja Peräpohjolan maanviljelysseurat sekä Lapin Maatalousseura ja vuodesta 1962 alkaen myöskin Pohjois-Karjalan maanviljelysseura. Tuloksia on näinä vuosina kertynyt yhteensä 255 kokeesta. Pohjois-Karjalan maanviljelysseura järjesti vielä v. 1965 11 koetta. Kaksivuotisia uusintalannoituskokeina on näitä kokeita suoritettu yhteensä 25.

Kun eri Y-lannoslajien koostumus on erilainen, suunniteltiin kokeet niin, että pinta-alayksikköä kohti käytettyjen lannoitteiden typpimäärät vastasivat toisiaan. Kokeissa verrattiin kolmesta Y-lannoslajista kolmea määrää. Kun kokeissa vielä oli lannoittamaton jäsen, niin koejäseniä oli kaikkiaan 10. Kerranteita ei järjestetty, mutta ruudut olivat tavallisesti lannoituskokeissa käytettyjä ruutuja kaksi kertaa suurempia eli aarin kokoisia. Ruutujen lukumäärä oli siis 10 ja kokeen vaatima peltoala 10 aaria.

Koekaava, käytetyt lannoitemäärät (kg/ha) ja niitä vastaavat ravinnemäärät nähdään seuraavasta asetelmasta:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
	0	Y _n	Y _o	Y _v	2 Y _n	2 Y _o	2 Y _v	3 Y _n	3 Y _o	3 Y _v
	—	375	250	250	750	500	500	1 125	750	750
N		30	30	30	60	60	60	90	90	90
P ₂ O ₅		48.8	22.5	37.5	97.5	45	75	146.3	67.5	112.5
K ₂ O		33.8	42.5	45	67.5	85	90	101.3	127.5	135

Asetelmassa esitetyistä lannoitemääristä poiketen käytettiin v. 1963 Oulun Y-lannoksesta vahvempaa seosta (You) (14—11—19). Tämän seoksen ravinnemäärien väliset suhteet vastasivat tavallisen Oulun Y-lannoksen (Yo) ravinnesuhteita. Tästä lannoitteesta (jota Typpi Oy valmisti vain mainittuna vuonna) käytettiin tavallisen Oulun Y-lannoksen käyttömäärien 250, 500 ja 750 kg/ha sijasta vastaavasti 215, 430 ja 645 kg/ha. Voitaneen sen vuoksi olettaa, ettei vahvemman Oulun Y-lannoksen (You) vaikutus vuoden 1963 kokeissa poikennut saatujen sadonlisäyksien eikä sadon laatuun nähden tavallisen Oulun Y-lannoksen vaikutuksesta.

Kun peltolohkoilla oli 10 eri tavalla käsiteltyä ruutua ilman kerranteita, ei kunkin yksityisen kokeen antamista tuloksista voida tehdä varmoja johtopäätöksiä, elleivät ruutujen väliset satoi-suuserot ole erittäin selviä. Seuraavassa esitetävän tutkimuksen tarkoituksena on käsitellä koetulosaineisto kokonaisuutena muodostamalla eräitä, määrättyjä olosuhteita vastaavia koeryhmiä, joiden keskiarvojen perusteella voidaan tehdä yleisiä päätelmiä eri Y-lannosten vaikutuksesta Pohjois-Suomen heinänuurmilla. Aineisto on kahden maalajiryhmän lisäksi jaettu vuosi- ja alueryhmiin (5 vuotta, 4 aluetta).

Kokeet olivat vuosittain sijoittuneet eri alueille seuraavasti:

	Pohjanmaan rannikko	Pohjois- Karjala	Kainuu ja Peräpohjola	Lappi
Kivennäismaat:				
1960	8	—	6	1
1961	19	—	9	4
1962	7	14	2	5
1963	4	13	2	3
1964	15	10	5	3

Turvemaat:

1960	9	—	3	1
1961	10	—	12	5
1962	9	6	8	6
1963	9	6	9	4
1964	11	4	11	2

Maalajeja on tutkimuksessa käsitelty vain kahtena pääryhmänä: kivennäismaat ja turvemaat. Tarkempi jako olisi hajottanut aineiston liian pieniin ryhmiin antamalla tilastollisesti luotettavia keskiarvoja. Kivennäismaiden suhteen voidaan myös mainita, että ne ovat ko. alueilla olleet pääasiallisesti hieta- ja hiekkamaita. Hiesu- ja hiesusavimaille sijoitettuja kokeita on ollut joitakin Oulun Talousseuran alueella, Keski- ja Etelä-Pohjanmaalla sekä Keski-Suomen osa-alueella ja Pohjois-Karjalassa. Kocaineiston jako vain kahteen päämaalajiryhmään, kivennäis- ja turvemaihin, osoittautui myös sen vuoksi sopivaksi, että kumpaankin ryhmään tuli näin miltei saman verran kokeita (125 ja 130). Turvemaat ovat myös olleet pohjoisimmilla alueilla suurin piirtein saman tyyppisiä; vain Etelä- ja Keski-Pohjanmaan sekä Keski-Suomen ja Pohjois-Karjalan alueilla on eräitä kokeita saattanut sijoittua hyvälaatuisille multamaita lähenteleville turvemaille.

Nurmet ovat olleet eri-ikäisiä, eniten 2- ja 3-vuotisia, koostumukseltaan timoteivaltaisia heinäkasvinurmia. Jos apilaa on esiintynyt, on sitä ollut varsin vähän (0—10 %).

Sääoloista tarkastelun alaiselta viisivuotiskaudelta on todettava, että kasvukaudet 1960, -61 ja -62 olivat normaalia sateisempia. Varsinkin vuosina 1961 ja 1962 sateita tuli heinänuorjuun aikana viivästyttään sitä ja heikentäen sadon laatua. Keski- ja Pohjois-Suomessa talvi 1961 oli runsasluminen, ja pohjoisessa lumihome tuhosi timoteita melkoisilta aloilta. Vuonna 1963 kesä oli lämmin ja poutainen. Etelä- ja Lounais-Suomessa kuivuus vähensi satoja. Sen sijaan Itä- ja Pohjois-Suomessa sadetta saatiin lähes normaalisti. Heinäsadon korjuuseen päästiin vasta heinäkuun puolenvälin jälkeen. Myös kesä 1964 oli toukokuun kaksiviikkoisen sadekauden jälkeen Etelä-Suomessa kuiva; Pohjois-Suomessa sadetta tuli vain vähän alle normaalin. Heinänteko oli koko maassa myöhässä, etelässä saatiin heikkoja, pohjoisessa hyviä satoja.

Kokeista korjatut heinäsadot ja lannoituksen tuottamat sadonlisäykset

Kokeista korjatut heinäsadot sekä eri Y-lannoslajien ja käyttömäärien tuottamat sadonlisäykset nähdään taulukoista 1 ja 2 ja vastaavista kuvista 1 ja 2.

Kuvassa 1 kokonaissatoja esittävät patsaat eivät osoita kovin suuria vuosien välisiä vaihteluja voimakkaimman lannoituksen saaneilla ruuduilla vuotta 1961 lukuun ottamatta. Hehtaari-

sadot ovat kivennäismailla olleet kuuden ja seitsemän tuhannen kilon paikkeilla, turvemaille jonkin verran alempia. Vuonna 1961 saatiin sekä kivennäis- että turvemaille pienempiä heinäsatvoja kuin keskimäärin muina vuosina, mikä johtui pääasiallisesti lannoituksen sinä vuotena osoittamasta suhteellisen heikosta vaikutuksesta, sillä lannoittamattomien ruutujen sadot olivat ko.

Taulukko 1. Kokeissa vuosittain lannoittamatta saadut heinäsadot ja eri Y-lannosmäärien ja -lajien tuottamat sadonlisäykset.

Table 1. Experimental results: annual hay yields without fertilizer and increments with various amounts and kinds of Y-fertilizer.

	Kivennäismaat Mineral soils					Turvemaa Peat soils				
	1960	1961	1962	1963	1964	1960	1961	1962	1963	1964
Kokeiden lukumäärä — Number of experiments	15	32	28	22	33	13	27	29	28	28
Lannoittamatta saatu sato — Yield from non-fertilized area kg/ha	3 029	3 471	4 865	3 153	3 536	3 389	3 008	2 868	2 747	3 365
Lannoituksella saadut sadonlisäykset — Crop increases with fertilizing kg/ha										
Yn 375 kg/ha	1 824	1 457	1 167	1 967	1 559	1 489	1 382	1 705	1 698	1 471
Yo 250 »	1 808	1 363	934	2 392	1 642	1 338	1 357	1 926	1 526	1 579
Yv 250 »	2 084	1 562	1 235	2 698	1 736	1 650	1 594	2 221	1 820	1 740
Yn 750 »	3 259	2 447	1 943	3 675	2 580	2 729	2 293	3 275	2 864	3 128
Yo 500 »	3 131	2 409	1 974	3 820	2 613	2 646	2 104	3 015	2 762	2 838
Yv 500 »	3 339	2 487	2 000	4 019	2 756	2 833	2 326	3 397	3 089	2 972
Yn 1 125 »	3 930	2 869	2 418	4 515	3 457	3 476	2 650	3 930	3 714	3 681
Yo 750 »	3 742	2 783	2 380	4 095	3 492	3 308	2 641	3 763	3 502	3 509
Yv 750 »	3 721	2 868	2 630	4 287	3 513	3 619	2 651	3 969	3 682	3 695

vuonna sekä kivennäis- että turvemaiden keskitasoa. Varsinkin turvemaiden sadonlisäykset olivat v. 1961 huomattavasti pienempiä kuin muina vuosina. Vuoden 1962 tulokset ovat sikäli omiuisia, että lannoittamattomien ruutujen sadot olivat kivennäismailla poikkeuksellisen suuria, mutta lannoituksen tuottamat sadonlisäykset pienempiä kuin muina vuosina. Sen sijaan saman vuoden turvemaiden tulokset osoittivat päinvastoin suhteellisen pieniä lannoittamattomien ruutujen satoja ja suuria lannoituksen tuottamia sadonlisäyksiä.

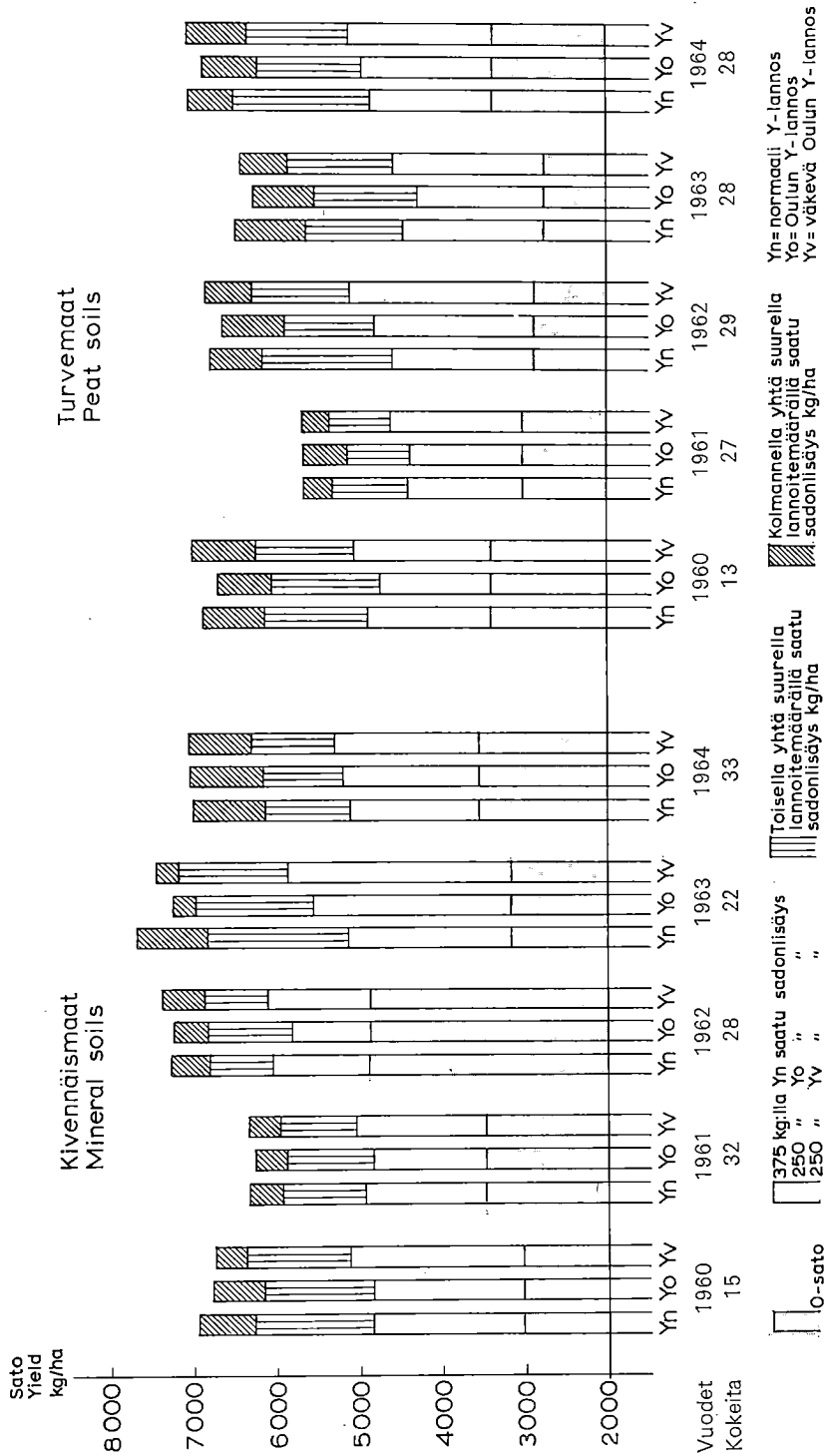
Kivennäismailla korjattujen lannoittamattomien ruutujen satomääriä toisiinsa verrattaessa koivuosienvälisen vaihtelun tarkastelu F-testillä osoitti vuosien väliset erot erittäin merkitseviksi ($F = 11.19^{***}$), mikä pääasiallisesti johtui vuoden 1962 poikkeuksellisen suurista lannoittamattomien alojen sadoista. Sadonlisäyksen testaus osoitti kivennäismailla vuosien väliset erot erittäin merkitseviksi ($F = 49.48^{***}$), mihin vaikuttivat varsinkin vuoden 1963 lannoituksen antamat poikkeuksellisen suuret sadonlisäykset vastakohtana vuoden 1962 suhteellisen pienille sadonlisäyksille.

Turvemaiden ei vuosien välisille lannoittamattomien ruutujen satoisuuseroille saada F-testillä merkitsevyyttä, joskin

vuosien 1960 ja 1964 sadot olivat väli vuosien satomääriä vähän suurempia. Sadonlisäyksen eroille saadaan turvemaidenkin F-testillä erittäin varma tulos ($F = 15.28^{***}$) vuoden 1961 pienien ja vuoden 1962 suurien sadonlisäyksen vuoksi.

Tuloksia alueittain tarkasteltaessa kiinnittävät huomiota suuret lannoittamattomien alojen sadot Pohjois-Karjalan kivennäismailla (Pohjois-Karjalasta on tosin tuloksia vasta v:sta 1962 alkaen). Lapissa sekä kivennäis- että turvemaiden lannoittamattomien ruutujen sadot olivat selvästi etelämpänä saatuja tuloksia heikompia. Turvemaiden myös Kainuun ja Perä-Pohjolan lannoittamattomilta koealoilta korjatun heinä määrän oli vähäinen, kun taas vastaavien kokeiden sadonlisäykset olivat suurempia kuin muualla. Samoin Kainuun ja Perä-Pohjolan kivennäismailla sadonlisäykset ylittivät muiden alueiden sadonlisäykset. On myös syytä panna merkille Lapin turvemaiden suuret sadonlisäykset.

F-testeillä saadaan alueelliset erot sadonlisäyksen suhteen erittäin merkitseviksi (kivennäismailla $F = 8.19^{***}$ ja turvemaiden 11.63^{***}). Kivennäismaiden lannoittamattomilla koealoilla alueellinen ero on melkein merkitsevä ($F = 3.82^*$), ja turvemaiden ero on erittäin merkitsevä ($F = 6.52^{***}$).



Kuva 1. Kokonaissadot, vuosien välinen vertailu.

Fig. 1. Total yields, comparison of various years.

Taulukko 2. Kokeissa alueittain lannoittamatta saadut heinäsadot ja eri Y-lannosmäärien ja -lajien tuottamat sadonlisäykset.

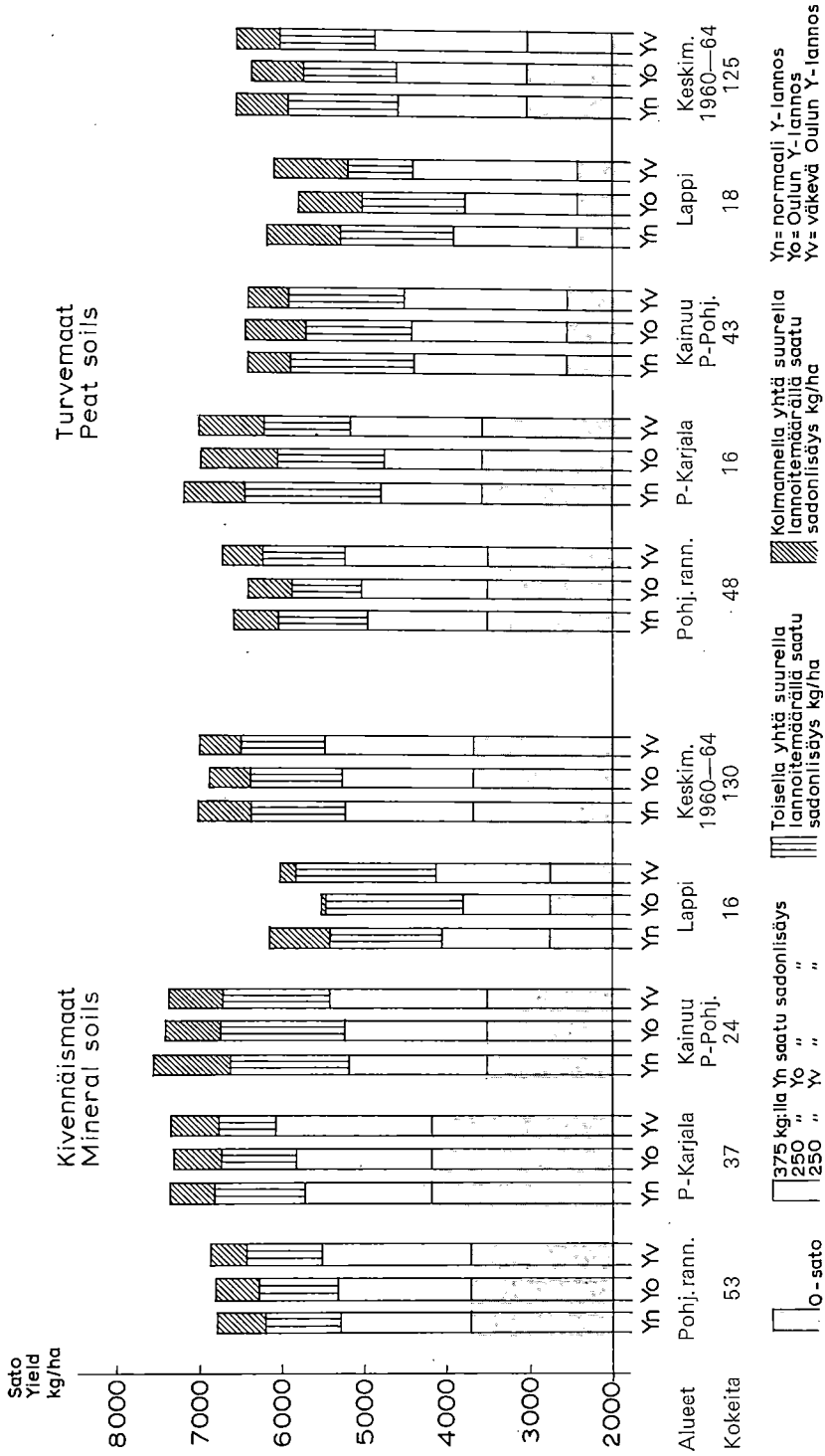
Table 2. Experimental results: regional hay yields without fertilizer and increments with various amounts and kinds of Y-fertilizer.

	Kivennäismaat Mineral soils				Turvemaat Peat soils			
	Pohjanmaanrann.	Pohjois-Karjala	Kainuu ja Perä-Pohjola	Lappi	Pohjanmaanrann.	Pohjois-Karjala	Kainuu ja Perä-Pohjola	Lappi
Kokeiden lukumäärä — <i>Number of experiments</i>	53	37	24	16	48	16	43	18
Lannoittamatta saatu sato — <i>Yield from non-fertilized area kg/ha</i> ...	3 694	4 188	3 495	2 758	3 509	3 576	2 564	2 427
Lannoituksella saadut sadonlisäykset — <i>Crop increases with fertilizing kg/ha</i>								
Yn 375 kg/ha	1 586	1 509	1 692	1 307	1 445	1 240	1 843	1 468
Yo 250 »	1 633	1 602	1 717	1 044	1 518	1 168	1 875	1 370
Yv 250 »	1 796	1 870	1 925	1 370	1 734	1 585	1 962	1 979
Yn 750 »	2 511	2 624	3 111	2 673	2 502	2 875	3 319	2 852
Yo 500 »	2 548	2 528	3 226	2 725	2 368	2 477	3 154	2 585
Yv 500 »	2 723	2 552	3 217	3 071	2 720	2 702	3 346	2 788
Yn 1 125 »	3 073	3 179	4 055	3 383	3 054	3 619	3 847	3 770
Yo 750 »	3 101	3 118	3 906	2 735	2 892	3 394	3 863	3 361
Yv 750 »	3 153	3 162	3 872	3 233	3 204	3 437	3 850	3 678

Eri Y-lannoslajeja toisiinsa verrattaessa huomataan, että suurimmat sadonlisäykset on yleensä sekä kivennäis- että turvemailla saatu väkevällä Oulun Y-lannoksella, mikä olikin odotettavissa tämän lannoitelajin suurimman ravinnepitoisuuden vuoksi. Vain suurinta lannoitemäärää käytettäessä on norm. Y-lannos antanut keskimäärin yhtä suuren tai eräissä tapauksissa (v. 1963) vähän suuremmankin sadonlisäyksen kuin väkevä Oulun Y-lannos. Tavallinen Oulun Y-lannos on antanut kauttaaltaan vähän pienempiä sadonlisäyksiä kuin muut lannoitelajit, mikä selittyy sen pienemmän fosforipitoisuuden vuoksi. Eri lannoitelajien vaikutuserot osoittavat tilastollista merkitsevyyttä vain turvemailla ($F = 3.34^*$). Suunta näyttää olevan sellainen, että normaalin Y-lannoksen vaikutus, joka on yleensä ollut heikoin pienintä lannoitemäärää käytettäessä, paranee suhteellisesti jyrkemmin suurempiin lannoitemääriin siirryttäessä. Väkevä Oulun Y-lannos on sen sijaan antanut pienimmällä lannoitemäärällä selvästi suurempia sadonlisäyksiä kuin muut lannoitelajit. — Aluevertailuissa (taul. 2) ei ole voitu osoittaa merkityksellisiä lannoitelajien välisiä eroja, vaikkakin Oulun Y-lannoksen heikompi vaikutus Lapin alueella ilmenee melko selvänä.

Verrattaessa toisiinsa kaikkien kivennäismailla ja turvemailla suoritettujen kokeiden heinäsatujen keskiarvoja sekä lannoituksen antamia sadonlisäyksiä (taul. 3) huomataan, että lannottamien koeruutujen eri maalajien välinen satoisuusero on kohtalainen kivennäismaiden antaessa keskimäärin noin 650 kg suuremman sadon. Ero on myöskin t-testillä tarkastettuna erittäin merkitsevä ($t = 3.66^{***}$). Sen sijaan ovat kivennäismailla ja turvemailla lannoituksella saattujen sadonlisäysten erot keskimäärin varsin pieniä osoittamatta millään lannoituksella tilastollista varmuutta, joskin turvemailla sadonlisäykset ovat olleet yleensä vähän suurempia kuin kivennäismailla. Taulukosta 2 (ja vastaavasta kuvasta 2) ilmenee, että ero on kaikilla tutkituilla alueilla saman suuntainen, tosin toisilla alueilla suurempi ja toisilla pienempi. Taulukosta 1 ja kuvasta 1 ilmenee, että ero oli myös eri vuosina saman suuntainen lukuun ottamatta vuotta 1960, jolloin päinvastoin turvemailla saatiin ilman lannoitusta 360 kg suurempi heinäsaato kuin kivennäismailla. Eri koepaikkojen väliset vaihtelut ovat kuitenkin olleet niin suuria, ettei ero ole merkitsevä.

Puhtailla rahkasoilla, joille oli sijoitettu 9 koetta, satotulokset näyttävät poikkeavan turve-



Kuva 2. Kokonaissadot, alueiden välinen vertailu.

Fig. 2. Total yields, comparison of various regions.

Taulukko 3. Päämaalajien välinen koetuloksien keskiarvojen vertailu.
 Table 3. Comparisons between main types of soil in terms of average experimental results.

	Kivennäismailla <i>Mineral soils</i>	Turvemailla <i>Peat soils</i>	Ero kiv. turve + tai - <i>Difference</i>	Eron t-luku <i>t-test</i>
Kokeiden lukumäärä — <i>Number of experiments</i>	130	125		
Lannoittamatta saatu sato — <i>Yield from non-fertilized area</i> kg/ha	3 683 ± 130	3 036 ± 120	+647	3.66***
Lannoituksen tuottamat sadonlisäykset — <i>Crop increases with fertilizing</i> kg/ha				
1 Y _n (375 kg/ha)	1 549 ± 78	1 560 ± 90	— 11	0.09
2 Y _n (750 »)	2 674 ± 110	2 882 ± 130	—208	1.22
3 Y _n (1 125 »)	3 322 ± 138	3 503 ± 145	—181	0.91
1 Y _o (250 »)	1 567 ± 95	1 575 ± 90	— 8	0.06
2 Y _o (500 »)	2 689 ± 108	2 684 ± 125	+ 5	0.03
3 Y _o (750 »)	3 209 ± 125	3 359 ± 148	—150	0.77
1 Y _v (250 »)	1 788 ± 100	1 829 ± 90	— 41	0.30
2 Y _v (500 »)	2 808 ± 110	2 944 ± 128	—136	0.80
3 Y _v (750 »)	3 297 ± 133	3 525 ± 153	—228	1.12

maiden yleiskeskisarvoista. Lannoituksen perusmäärällä saatu sadonlisäys on ollut keskimäärin lähes sama kuin muilla turvemailla, mutta kaksin- ja kolminkertaisilla lannoitemäärillä lannoituksen teho on jäänyt rakkaturvemailla selvästi pienemmäksi varsinkin väkevää Oulun Y-lannosta käytettäessä. Y_v:n kaksinkertaisella määrällä ha-sadonlisäys oli 1 000 kiloa ja kolminkertaisella määrällä 1 600 kiloa pienempi kuin turvemailla keskimäärin erojen ollessa tilastollisesti melkein merkitseviä. 750 kilolla Y_v:tä saatu heinäsaato oli vain vähän (40 kg/ha) suurempi kuin lannoituksen ollessa 500 kg Y_v:tä/ha.

Kun tarkastellaan t-testillä kivennäis- ja turvemaiden satoisuuseroja eri vuosina ilmenee, että huolimatta koko aineiston osoittamasta erittäin varmastaa maalajien välisestä satoisuuserosta lannoittamattomilla ruuduilla, ero oli tilastollisesti merkitsevä ainoastaan v. 1962, jolloin se olikin yllättävän suuri kivennäismaiden antaessa n. 2 000 kiloa suuremman sadon kuin turvemaiden. Samana vuonna olivat kaikkien Y-lannoslajien ja -määrien antamat sadonlisäykset turvemailla niin paljon suurempia kuin kivennäismailla, että t-testi osoitti erojen olevan merkitseviä tai erittäin merkitseviä. Vuosina 1960, -61 ja -63 sadonlisäykset olivat päinvastoin miltei poikkeuksetta suurempia kivennäismailla kuin turvemailla, mutta erot olivat kuitenkin niin pieniä, etteivät

ne saaneet merkitsevää luotettavuutta. Vuonna 1964 sadonlisäykset olivat yleensä vähän suurempia turvemailla, saamatta kuitenkaan t-testillä tilastollista merkitsevyyttä.

Nousevilla Y-lannosmäärillä saatujen sadonlisäysten tilastollisen luotettavuuden tarkastelu t-testillä antaa alla esitetyn tuloksen:

Suhteell. Y-lannos- määrät	Kivennäismaat		Turvemaat	
	Sadon- lisäysten ero kg/ha	t-luku	Sadon- lisäysten ero kg/ha	t-luku
2 Y _n —Y _n	1 125	8.33*** 1)	1 322	8.37***
3 Y _n —Y _n	1 773	11.15***	1 943	11.36***
3 Y _n —2 Y _n	648	3.68***	621	3.18**(*)
2 Y _o —Y _o	1 122	7.79***	1 109	7.20***
3 Y _o —Y _o	1 642	10.46***	1 784	10.31***
3 Y _o —2 Y _o	520	3.15**(*)	675	3.48***
2 Y _v —Y _v	1 020	6.85***	1 115	7.15***
3 Y _v —Y _v	1 509	9.09***	1 696	9.53***
3 Y _v —2 Y _v	489	2.83**	581	2.92**

1) * = merkitsevyys P ≤ 5.0 %
 ** = » P ≤ 1.0 %
 *** = » P ≤ 0.1 %

Osa kokeista suoritettiin kaksivuotisinä (edellä esitettyihin tilastoihin on kuitenkin otettu vain 1. koevuoden tulokset). Kuten alussa jo mainittiin, näitä uusintalannoituskokeita oli vain 25. Vuonna 1961 oli jatkokokeita 6 (3 kivennäis-, 3 turvemailla), 1962 samoin 6 (2 kivennäis- ja 4 turvemailla). Kun otetaan huomioon, että nämä kokeet jakautuivat vielä kaikille neljälle alueelle ja muistetaan, että vuosi- ja alueelliset erot kaikkien kokeiden koh-

dalla olivat melkoiset, ei ole pidettävä ihmeenä niitä varsin ristiriitaisia tuloksia, joita näiden jatkokokeiden keskiarvot osoittavat. Ensimmäistä ja toista vuotta keskenään verrattaessa ei kokeiden pienestä lukumäärästä sekä niiden

eri vuosille, alueille ja maalajeille jakautumisesta johtuen ollut nähtävissä mitään selvästi havaittavaa linjaa. Ainoa tilastollista merkitsevyyttä saava tulos oli se, että lannoituksen lisääntyessä sato suureni.

Satonäytteet ja niiden analysointi

Kun voimakkaammalla lannoituksella oli odotettavissa valkuaisriikkaampaa ja fosforipitoisempaa rehua kuin heikommalla lannoituksella, otettiin vuosien 1963 ja 1964 kokeista heinänäytteet analysoitaviksi typpi- ja fosforipitoisuuden määrittämistä varten. Vuoden 1963 näytteet analysoitiin (40 kokeesta 400 näytettä) Valtion maatalouskemian laitoksen laboratoriossa ja vuoden 1964 näytteet (61 kokeesta kaikkiaan 610 näytettä) osittain Valtion maatalouskemian laitoksella ja osittain Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa.

Kummassakin laboratoriossa typpimääritys suoritettiin samaa menetelmää käyttäen (Kjellidahl). Fosfori määritettiin Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa menetelmällä, joka ei osoittanut kokonaisfosforia kuten Valtion maatalouskemian laitoksen laboratorion analyysit. Verrattaessa analysoitujen heinänäytteiden fosforipitoisuuslukuja keskenään osoittautuivatkin Viljavuuspalvelu Oy:n analyysiluvut huomattavasti alemmiksi kuin valtion laboratorion analyysit. Viljavuuspalvelu Oy:n analyysien kes-

kiarvo (0.9047) oli 42.9 % valtion laboratorion analyysilukujen keskiarvosta (2.2028). Viljavuuspalvelu Oy:n luvut muunnettiin sen vuoksi vastaamaan valtion laboratorion kokonaisfosforimääriä kertomalla ne luvulla 1.697.

Laboratorioista ilmoitettiin analyysitulokset prosenttilukuina heinänäytteiden painosta. Heinänäytteet olivat melko kuivia, sillä niiden kosteus vaihteli vain 3—6.5 %:iin. Taulukoissa esitetyt typen ja fosforin %-luvut vastaavat heinien kuiva-ainetta. Analyysiluvut ilmoitettiin laboratorioista neljän desimaalin tarkkuudella, mutta keskiarvot on seuraavissa taulukoissa pyöristetty kolmi-desimaaliksi.

Vuoden 1963 kokeissa käytettiin ravinnepitoisempaa Oulun Y-lannosta (14—11—19), jossa ravinteita oli jokseenkin samassa suhteessa kuin tavallisessa Oulun Y-lannoksessa (12—9—17), mutta fosfori lieene ollut jossain määrin helpommin liukenevassa muodossa. Vahvempaa Oulun Y-lannosta käytettiin sen verran vähemmän, että ravinnemäärät vastasivat tavallista Oulun Y-lannosta. Näin ollen voitaneen olettaa, ettei sen vaikutus ole poikennut tavallisen Oulun Y-lannoksen vaikutuksesta enempää sadonlisäysten kuin analyysituloksienkaan suhteen.

Typpianalyysien tulokset

Koepaikkojen, vuosien ja maalajien välisistä vaihteluista huolimatta on lannoituksen vaikutus heinien typpipitoisuuteen ollut varsin selvä. Kaikkien typpianalyysien keskiarvot (taul. 4) osoittavat, että lannoitemäärän lisääntyessä kaksin- ja kolminkertaiseksi (lannoituksessa annettun typen lisääntyessä 30 kilosta 60 ja 90 kiloon hehtaaria kohti) sadon typpipitoisuus lisääntyi ensimmäisestä lannoitusportaasta toiseen 0.102 %:n osuudella ja toisesta portaasta kolmanteen 0.122 %:n osuudella ensimmäisen ja kolmannen portaan %-lukujen eron ollessa 0.224. — Lukujen tilastollinen tarkastelu F-testillä (analyysien lukumäärän ollessa yhteensä 909 ja jakautuessa alempana esitetyn asetelman kolmeen ryhmään

à 303 lukua) osoitti erot erittäin merkitseviksi (F-arvo 22.45***), t-testin osoittaessa eron 0.102 merkitseväksi (t-luvulla 3.15***) ja erot 0.122 ja 0.224 erittäin merkitseviksi (t-luvuilla 3.62*** ja 6.55***).

Lannoitemäärän vaikutus typpiprosenttiin:

Suht. lannoitemäärät	Lann. typpimäärä kg/ha	Heinä-sadon N %	Ero	Eron t-luku
2 (Yn-Yo-Yv)	60	1.344		
1 (Yn-Yo-Yv)	30	1.242	0.102	3.15**(*)
3 (Yn-Yo-Yv)	90	1.466		
1 (Yn-Yo-Yv)	30	1.242	0.224	6.55***
3 (Yn-Yo-Yv)	90	1.466		
2 (Yn-Yo-Yv)	60	1.344	0.122	3.62***

Taulukko 4. Satoanalyysien selvittämät N %-luvut keskiarvoina vuosien 1963—1964 heinänäytteistä.
 Table 4. Average percentages of N in hay samples from 1963—1964 as revealed by crop analysis.

Y-lannoslajit ja suht. määrät <i>Different kinds of Y-fertilizer and relative quantities</i>	Lann:n sisältämä N-määrä <i>Quantity of N in fertilizing</i>	1963—1964			1963—1964		
		Kivenn. mailla <i>Mineral soils</i>	Turve- mailla <i>Peat soils</i>	Keskim. <i>Average</i>	Kivenn. mailla <i>Mineral soils</i>	Turve- mailla <i>Peat soils</i>	Keskim. <i>Average</i>
		kg/ha	N %	N %	N %	Suhdeluvut <i>Relative values</i>	
a) Koejäsenet yksitellen — <i>Treatments individually:</i>							
—	0	1.310	1.209	1.262	104	96	100
1 Yn	30	1.254	1.170	1.214	99	93	96
1 Yo	30	1.259	1.200	1.231	100	95	98
1 Yv	30	1.285	1.278	1.282	102	101	102
2 Yn	60	1.334	1.332	1.333	106	106	106
2 Yo	60	1.346	1.366	1.355	107	108	107
2 Yv	60	1.351	1.337	1.344	107	106	106
3 Yn	90	1.433	1.457	1.445	114	115	114
3 Yo	90	1.484	1.512	1.497	118	120	119
3 Yv	90	1.474	1.437	1.456	117	114	115
b) Koejäsenten yhdistelmiä — <i>Combinations of treatments:</i>							
Lannoitemäärät — <i>Quantities of fertilizers</i>							
1 (Yn-Yo-Yv)	30	1.266	1.216	1.242	100	96	98
2 (Yn-Yo-Yv)	60	1.343	1.345	1.344	107	107	107
3 (Yn-Yo-Yv)	90	1.464	1.469	1.466	116	116	116
Lannoitelajit — <i>Different kinds of fertilizers</i>							
Yn (1-2-3)	60	1.340	1.320	1.331	106	104	105
Yo (1-2-3)	60	1.363	1.359	1.361	108	108	108
Yv (1-2-3)	60	1.370	1.350	1.361	109	107	108

Kunkin koejäsenen satoanalyysien lukumäärä oli kivennäismailla 53 ja turvemaidella 48 sekä koejäsenten yhdistelmissä kivennäismailla 159, turvemaidella 144.

The number of crop analyses was 53 for mineral soils and 48 for peat soils per treatment, and 159 for mineral soils and 144 for peat soils per combination of treatments.

Taulukossa 5 esitettyjä vuosien 1963 ja 1964 heinäsatujen N %-lukuja tarkastettaessa huomataan, että vuoden 1964 keskimääräiset luvut ovat edellisen vuoden lukuja kauttaaltaan suurempia. Tämä johtunee sääoloista, jotka v. 1964 olivat heinälle jonkin verran edullisempia kuin v. 1963, mikä ilmeni jo edellä satomäärien välisissä vertailuissa (taul. 1). Heinät on todennäköisesti voitu korjata kukkimiseen nähden keskimäärin aikaisemmassa vaiheessa kuin edellisenä vuonna.

Taulukossa 5 esitettyjä lukuja edelleen tarkastettaessa huomataan, että vuoden 1963 turvemaiden typpiluvut ovat säännöllisesti pienempiä kuin

kivennäismaiden vastaavien koejäsenien luvut, mutta v. 1964 asianlaita on päinvastainen lukuunottamatta lannoittamatonta koejäsentä ja pienimmän lannoituksen saaneita Yn- ja Yo-koejäseniä. Vuosien 1963 ja 1964 kivennäis- ja turvemaiden osittain vastakkaiset tulokset tasoittavat toisiaan niin, että vuosien 1963—1964 keskiarvoissa kivennäis- ja turvemaiden tulokset ovat suurempien lannoitemäärien ryhmissä miltei saman suuruisia (taul. 4). Tulokset antavat näin ollen aihetta otaksua, että sääsuhteilla saattaa olla vaikutusta sadon typpipitoisuuteen samoin kuin sadon määräänkin, ja että tämä vaikutus voi olla eri maalajeilla varsin erilainen.

Taulukko 5. Satoanalyysien selvittämät N %-luvut vuosien 1963 ja 1964 heinänyttestä.
 Table 5. Percentages of N in hay samples from 1963 and 1964 as revealed by crop analysis.

Y-lannoslajit ja suht. määrät <i>Different kinds of Y-fertilizer and relative quantities</i>	Lann:n sisältämä N-määrä <i>Quantity of N in fertilizing</i> kg/ha	1963			1964		
		Kivenn. mailla <i>Mineral soils</i>	Turve- mailla <i>Peat soils</i>	Keskim. <i>Average</i>	Kivenn. mailla <i>Mineral soils</i>	Turve- mailla <i>Peat soils</i>	Keskim. <i>Average</i>
		N %	N %	N %	N %	N %	N %
a) Koejäsenet yksitellen — <i>Treatments individually:</i>							
—	0	1.305	1.118	1.221	1.313	1.264	1.289
1 Yn	30	1.219	1.045	1.141	1.279	1.245	1.262
1 Yo	30	1.183	1.068	1.131	1.312	1.279	1.296
1 Yv	30	1.252	1.174	1.217	1.309	1.340	1.324
2 Yn	60	1.267	1.176	1.226	1.381	1.426	1.403
2 Yo	60	1.309	1.204	1.262	1.372	1.463	1.417
2 Yv	60	1.309	1.111	1.220	1.381	1.473	1.426
3 Yn	90	1.389	1.262	1.332	1.465	1.575	1.519
3 Yo	90	1.479	1.369	1.430	1.488	1.597	1.542
3 Yv	90	1.441	1.237	1.349	1.497	1.556	1.526
b) Koejäsenten yhdistelmiä — <i>Combinations of treatments:</i>							
Lannoitemäärät — <i>Quantities of fertilizers</i>							
1 (Yn-Yo-Yv)	30	1.218	1.096	1.163	1.300	1.288	1.294
2 (Yn-Yo-Yv)	60	1.295	1.164	1.236	1.378	1.454	1.415
3 (Yn-Yo-Yv)	90	1.436	1.289	1.370	1.483	1.576	1.529
Lannoitelajit — <i>Different kinds of fertilizers</i>							
Yn (1-2-3)	60	1.292	1.161	1.233	1.375	1.415	1.395
Yo (1-2-3)	60	1.324	1.214	1.274	1.391	1.446	1.418
Yv (1-2-3)	60	1.334	1.174	1.262	1.396	1.456	1.425

V. 1963 oli kokeita, joista heinänyttestä analysoitiin, kivennäismailla 22 ja turvemaailla 18, yht. 40 ja v. 1964 kivennäismailla 31, turvemaailla 30, yht. 61. Koejäsenten yhdistelmissä kokeiden lukumäärä oli kolminkertainen.

In 1963 the number of experiments from which hay samples were analysed was 22 on mineral soils and 18 on peat soil, a total of 40; in 1964 the number was 31 on mineral soils and 30 on peat soils, a total of 61. The number was three times as high in the combinations of treatments.

Lannoittamattomien koeruutujen heinäsaadoissa on typpipitoisuus miltei poikkeuksetta ollut suurempi kivennäis- kuin turvemaailla (taul. 4—7). Ero on tosin vain noin 7—8 % kokonaisytyppimäärästä eli keskimäärin 101 g 100 heinäkiloa kohti, mutta ero kivennäismaiden hyväksi pitää silti paikkansa 99,9 %:n tilastollisella merkitsevyydellä. Pienin lannoitemäärä, jossa tyyppiä oli 30 kg/ha, ei ole vaikuttanut heinäntyyppipitoisuutta lisäävästi, vaan on päinvastoin jonkin verran sitä alentanut. Tämä typpipitoisuuden väheneminen on selvimmän havaittavissa kivennäismailla, varsinkin normaalia ja tavallista Oulun Y-lannosta käytettäessä, mutta vähenemi-

nen on ollut niin pieni, ettei sillä ole ollut tilastollista merkitsevyyttä. Kivennäismailla on vasta normaalin Y-lannoksen (Yn) ja myöskin Oulun Y-lannoksen (Yo) suurimmalla määrällä saatu typpipitoisuuden lisäys, noin 200 g 100 heinäkiloa kohti (verrattuna pienimmällä lannoitemäärällä saatuun typpipitoisuuteen), osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi. Turvemaailla on typpipitoisuuden lisääntyminen normaalilla Y-lannoksella ja tavallisella Oulun Y-lannoksella ollut tilastollisesti melkein merkitsevä jo lannoitemäärän lisääntyessä perusmäärästä kaksinkertaiseksi, ja erittäin merkitsevään tulokseen on päästy kolminkertaisella lannoitemäärällä (typpi-

Taulukko 6. Eri lannoitemäärillä vuosina 1963—64 (keskim.) tuotetun heinän typpipitoisuuden vertailu.
 Table 6. Comparisons of nitrogen contents of hay (average) produced with various amounts of fertilizer 1963—64.

Luvut merkitsevät typpä (N) grammoja 100 kg heinän kuiva-ainetta kohti (g/100 kg).
 The figures show grammes of nitrogen (N) per 100 kg of dry-matter hay (g/100 kg).

Suhteell. Y-lannosmäärät Relative quantities of Y-fertilizers	Kivennäismailla Mineral soils			Turvemaileda Peat soils		
	N-määrät N-content g/100 kg	Ero Difference g	Eron t-luku t-test	N-määrät N-content g/100 kg	Ero Difference g	Eron t-luku t-test
Yn						
1—0	1 254 — 1 310	—56	0.80	1 170 — 1 209	—39	0.64
2—0	1 334 — 1 310	24	0.31	1 332 — 1 209	123	1.92(*)
3—0	1 433 — 1 310	123	1.65	1 457 — 1 209	248	3.45**(*)
2—1	1 334 — 1 254	80	1.15	1 332 — 1 170	162	2.59*(*)
3—1	1 433 — 1 254	179	2.59*(*)	1 457 — 1 170	287	4.08***
3—2	1 433 — 1 334	99	1.34	1 457 — 1 332	125	1.72
Yo						
1—0	1 259 — 1 310	—51	0.73	1 200 — 1 209	— 9	0.14
2—0	1 346 — 1 310	36	0.45	1 367 — 1 209	158	2.29*
3—0	1 484 — 1 310	174	2.25*	1 512 — 1 209	303	3.76***
2—1	1 346 — 1 259	87	1.18	1 367 — 1 200	167	2.31*
3—1	1 484 — 1 259	225	3.13**	1 512 — 1 200	312	3.77***
3—2	1 484 — 1 346	138	1.71	1 512 — 1 367	145	1.69
Yv						
1—0	1 285 — 1 310	—25	0.24	1 278 — 1 209	69	0.97
2—0	1 351 — 1 310	41	0.57	1 337 — 1 209	128	1.72
3—0	1 474 — 1 310	164	2.02*	1 437 — 1 209	228	3.17**
2—1	1 351 — 1 285	66	0.65	1 337 — 1 278	59	0.84
3—1	1 474 — 1 285	189	1.75	1 437 — 1 278	159	2.01*
3—2	1 474 — 1 351	123	1.58	1 437 — 1 337	100	1.40
Kojäsenten yhdistelmien vertailu Combinations of treatments: (Yn-Yo-Yv)						
1—0	1 266 — 1 310	—44	0.72	1 216 — 1 209	7	0.13
2—0	1 343 — 1 310	33	0.53	1 345 — 1 209	136	2.52*(*)
3—0	1 464 — 1 310	154	2.46*(*)	1 469 — 1 209	260	4.62***
2—1	1 343 — 1 266	77	1.82*(*)	1 345 — 1 216	129	3.27***
3—1	1 464 — 1 266	198	4.56***	1 469 — 1 216	253	5.66***
3—2	1 464 — 1 343	121	2.71**	1 469 — 1 345	124	2.80**

Satoanalyysien lukumäärä oli eri Y-lannosmääriä edustavissa satonäytteiden ryhmissä seuraava: kivennäismailla 53, turvemaileda 48; yhdistelmissä: kivennäismailla 159, paitsi 0:ssa 53 ja turvemaileda 144, paitsi 0:ssa 48.

The number of crop analyses of sample groups representing various Y-fertilizer amounts was 53 for mineral soils, 48 for peat soils and, in the combinations, 159 for mineral soils except for 0, for which it was 53, and 144 for peat soils except for 0, for which it was 48.

peä 90 kg/ha) heinän typpipitoisuuden noustessa noin 300 grammalla 100 heinäkiloa kohti. Väkevällä Oulun Y-lannoksella lisäykset ovat olleet vähän pienempiä suurinta lannoitemäärää käytettäessä, mutta toisaalta on tällä lannoitteella saatu typpipitoisuuden vähäistä lisääntymistä jo pienimmälläkin lannoitemäärällä (taul. 6).

Kivennäis- ja turvemaiden välisiä eroja heinien typpipitoisuuden suhteen eri lannoitusportaissa ja eri lannoitelajeilla toisiinsa verrattaessa (taul. 7)

ilmenee selvästi, että typpipitoisuus on turvemaileda suurempia Yn- ja Yo-määriä käytettäessä noussut samalle tasolle kuin kivennäismailla, jopa vähän suuremmaksikin, nousun osoittaessa erittäin varmaa merkitsevyyttä. Olivathan lannoittamattomien ja heikoimman lannoituksen saaneiden heinien typpipitoisuudet turvemaileda merkittävän paljon heikompia kuin kivennäismailla. Väkevä Oulun Y-lannos poikkeaa edellisistä (Yn:stä ja Yo:stä) osoittaen kivennäismailla

suurempaa heinien typpipitoisuutta, kaksinker- kertaisella määrällä erittäin merkitsevällä luotet-
taisella määrällä melkein merkitsevällä ja kolmin- tavuudella (taul. 7).

Taulukko 7. Kivennäis- ja turvemaille kasvaneen heinän typpipitoisuuden vertailu.
Table 7. Comparisons of nitrogen contents of hay grown on mineral and on peat soil.

Y-lannoslajit ja suht. määrät <i>Different kinds of Y-fertilizer and relative quantities</i>	Lann:n sisältämä N-määrä <i>Quantity of N in fertilizing</i> kg/ha	Heinän typpipitoisuus <i>N-content of hay</i>			
		Kivennäis- mailla <i>Mineral soils</i> g/100 kg	Turve- malla <i>Peat soils</i> g/100 kg	Ero kiv. turve + tai — <i>Difference</i> g	Eron t-luku <i>t-test</i>
a) Koejäsenet yksitellen — <i>Treatments individually:</i>					
0	—	1 310	1 209	+101	14.50***
1 Yn	30	1 254	1 170	+ 84	13.50***
2 Yn	60	1 334	1 332	+ 2	0.00
3 Yn	90	1 433	1 457	— 24	3.13**
1 Yo	30	1 259	1 200	+ 59	8.90***
2 Yo	60	1 346	1 367	— 21	2.66**
3 Yo	90	1 484	1 512	— 28	3.20**(*)
1 Yv	30	1 285	1 278	+ 7	0.70
2 Yv	60	1 351	1 337	+ 14	2.14*
3 Yv	90	1 474	1 437	+ 37	4.45***
b) Koejäsenten yhdistelmiä — <i>Combinations of treatments:</i>					
Lannoitemäärien vertailu — <i>Quantities of fertilizers</i>					
1 (Yn-Yo-Yv)	30	1 266	1 216	+ 50	1.24
2 (Yn-Yo-Yv)	60	1 344	1 345	— 1	0.02
3 (Yn-Yo-Yv)	90	1 464	1 469	— 5	0.11
Lannoitelajien vertailu — <i>Different kinds of fertilizers</i>					
Yn (1-2-3)	60	1 340	1 320	+ 20	0.47
Yo (1-2-3)	60	1 363	1 360	+ 3	0.06
Yv (1-2-3)	60	1 370	1 351	+ 19	0.42

Satoanalyysien lukumäärä, johon taulukossa esitetyt keskiarvot perustuvat, oli lannoittamattomalla koejäsenellä ja muilla koejäsenillä yksitellen: kivennäismailla 53 ja turvemaille 48; koejäsenten yhdistelmissä: kivennäismailla 159 ja turvemaille 144.

The number of crop analyses on which the averages in the table are based was 53 for mineral soils and 48 for peat soils in the unfertilized treatment and in the other treatments individually; and 159 for mineral soils and 144 for peat soils in the combinations of treatments.

Heinäsatujen raakavalkuaismäärät

Taulukossa 8 esitetään kaikkien Pohjois-Suomessa vuosina 1960—64 suoritettujen vertailevien Y-lannuskokeiden keskimääräiset heinäsa-dot koejäsenittäin sekä pellolta korjattuina että täysin kuivina heinäinä, jotka jälkimmäiset on laskettu 20 % edellisiä määriä pienemmiksi. Vuosien 1963 ja 1964 satoanalyysien perusteella lasketut heinäsadon sisältämät raakavalkuaismäärät esitetään sekä %-lukuina että kiloina hehtaaria

kohden. Raakavalkuainen on laskettu kertomalla edellä (taul. 4—7) esitetyt N %-t muuntoluvulla 6.25. — Koejäsenet on taulukossa järjestetty lannoittamattoman koejäsenen lisäksi lannoituksen voimakkuuden perusteella kolmeen ryhmään, joissa eri lannoitelajit esiintyvät yksin-, kaksin- ja kolminkertaisina määrinä. Taulukkoa tarkasteltaessa huomataan, että heinäsaato on lisääntynyt säännöllisesti lannoitemääriä lisättäessä, nousten

Taulukko 8. Vuosien 1960—64 heinäsadot ja sadon raakavalkuaismäärät eri Y-lannoslajeilla ja -määrillä lannoitetuissa Pohjois-Suomen paikalliskokeissa.

Table 8. Hay yields and crude protein contents with various amounts and kinds of Y-fertilizer in local experiments in North Finland 1960—64.

Kokeiden lukumäärä oli 255, joista 130 kivennäismailla ja 125 turvemilla. Sato-analyysit vuosilta 1963—64 tehtiin 101 kokeesta (yhteensä 1 010 analyysyä).

The number of experiments was 255, comprising 130 on mineral soils and 125 on peat soils. The analyses for 1963—64 were made from 101 experiments (1 010 analyses altogether).

Y-lannoslajit ja suht. määrät <i>Different kinds of Y-fertilizer and relative quantities</i>	Lann:n sisältämä N-määrä <i>Quantity of N in fertilizing</i>	Heinä-sato <i>Hay</i>	Kuiva-sato ¹⁾ <i>Dry matter yield</i>	Suhde-luvut <i>Rel. values</i>	Sadon raakavalkuaismäärä kuiva-ainessa <i>Crude protein of dry matter yield</i>		
					%	kg/ha	Suhde-luvut <i>Rel. values</i>
a) Koejäsenet yksitellen — <i>Treatments individually:</i>							
—	0	3 366	2 693	100	7.89	212	100
1 Yn	30	4 920	3 936	146	7.59	299	141
1 Yo	30	4 937	3 950	147	7.69	304	143
1 Yv	30	5 174	4 139	154	8.01	332	156
2 Yn	60	6 142	4 914	182	8.33	409	193
2 Yo	60	6 052	4 842	180	8.47	410	193
2 Yv	60	6 240	4 992	185	8.40	420	198
3 Yn	90	6 777	5 422	201	9.03	490	231
3 Yo	90	6 648	5 318	197	9.36	498	234
3 Yv	90	6 775	5 420	201	9.10	493	232
b) Koejäsenen yhdistelmiä — <i>Combinations of treatments:</i>							
Lannoitemäärät — <i>Quantities of fertilizers</i>							
1 (Yn-Yo-Yv)	30	5 010	4 008	149	7.76	311	146
2 (Yn-Yo-Yv)	60	6 145	4 916	183	8.40	413	194
3 (Yn-Yo-Yv)	90	6 733	5 386	200	9.16	494	232
Lannoitelajit — <i>Different kinds of fertilizers</i>							
Yn (1-2-3)	60	5 946	4 757	177	8.32	396	186
Yo (1-2-3)	60	5 879	4 703	175	8.50	400	188
Yv (1-2-3)	60	6 063	4 850	180	8.50	413	194

¹⁾ Kuiva-sato = 80 % korjatusta ilmakeivasta heinäsadosta.

¹⁾ Dry matter yield = 80 % of the harvested air-dried hay.

kolminkertaisella lannoituksella miltei täsmälleen kaksinkertaiseksi lannoittamattoman koejäsenen satomäärään verrattuna.

Heinien raakavalkuaismääriä osoittavat %-luvut ovat lisääntyneet vasta kaksin- ja kolminkertaisia lannoitemääriä käytettäessä. Heinäsatojen raakavalkuaismäärät kiloina hehtaaria kohden ovat sen sijaan säännöllisesti lisääntyneet lannoitemääriä lisättäessä: yksinkertaisilla lannoitemäärillä keskimäärin noin 1.5 -kertaisiksi, kaksinkertaisilla määrillä noin 2-kertaisiksi ja kolminker-

taisilla lannoitemäärillä noin 2.3 -kertaisiksi lannoittamattoman koejäsenen raakavalkuaismäärään verrattuina. — Lannoitelajien väliset erot ovat varsin pienet.

Kun lannoituksen vaikutus heinäsadon määrään osoitti huomattavia eroja kivennäis- ja turvemilla eri vuosina ja eri alueilla (taul. 1—2) ja myöskin heinien typpipitoisuudessa huomattiin määrätynlaista eroa kivennäis- ja turvemaiden analyysejä keskenään verrattaessa (taul. 7), oli syytä tarkastella myös sadoissa todettuja raaka-

Taulukko 9. Kivennäis- ja turvemaiden heinäsadot ja sadon raakavalkuaismäärät eri lannoitemääriä ja eri lannoitelajeja käytettäessä.

Table 9. Hay yields and crude protein amounts on mineral and on peat soils with various amounts and kinds of fertilizer.

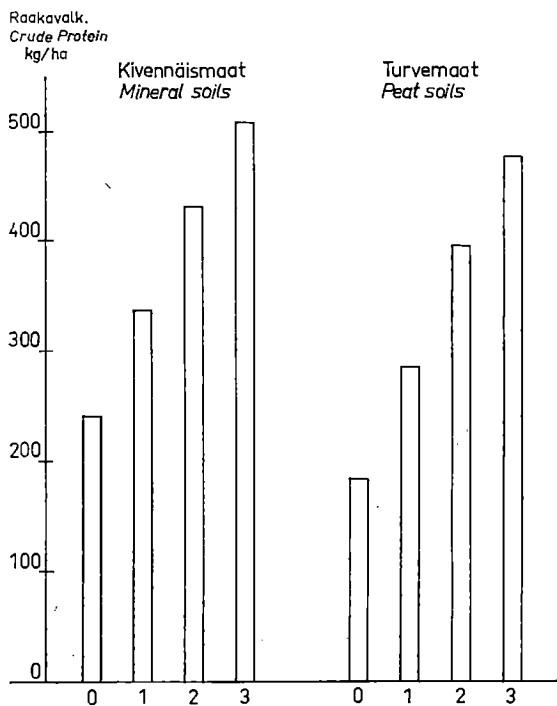
Maalaji, lannoitteiden merkit <i>Soil, signs of fertilizers</i>	Lannoitus <i>Fertilizing</i>			Kuiva- ainesato <i>Dry matter yield</i>	Raaka- valkuais- ta <i>Crude protein</i>	Suhdeluvut <i>Rel. values</i>		
	Asteettainen lisäys <i>Gradual increase</i>	Ravinteita keskim. <i>Nutrients average</i>				Heinä- sato <i>Hay</i>	Valkuais- määrä <i>Protein</i>	
		N	P ₂ O ₅					K ₂ O
A. Lannoitemäärien vertailu — <i>Quantities of fertilizers</i>								
Kivennäismailla — Mineral soils								
—	0	—	—	—	2 946	241	100	100
Yn-Yo-Yv	1	30	36	40	4 254	337	144	140
Yn-Yo-Yv	2	60	72	80	5 126	430	174	179
Yn-Yo-Yv	3	90	108	120	5 567	509	189	211
Turvemaidella — Peat soils								
—	0	—	—	—	2 429	184	100	100
Yn-Yo-Yv	1	30	36	40	3 753	285	155	155
Yn-Yo-Yv	2	60	72	80	4 698	395	193	215
Yn-Yo-Yv	3	90	108	120	5 198	477	214	260
B. Lannoitelajien vertailu — Dif- <i>ferent kinds of fertilizers</i>								
Kivennäismailla — Mineral soils								
—		—	—	—	2 946	241	100	100
Yn	1-2-3	60	98	68	4 959	415	168	195
Yo	1-2-3	60	45	85	4 937	421	167	198
Yv	1-2-3	60	75	90	5 051	432	171	203
Turvemaidella — Peat soils								
—		—	—	—	2 429	184	100	100
Yn	1-2-3	60	98	68	4 547	375	187	203
Yo	1-2-3	60	45	85	4 460	379	184	206
Yv	1-2-3	60	75	90	4 642	392	191	213

Kokeiden lukumäärä: 1960—64 kivennäismailla 130, turvemaidella 125; satoanalyysien lukumäärä: 1963—64 kivennäismailla 530, (kokeita 53), turvemaidella 480 (kokeita 48).

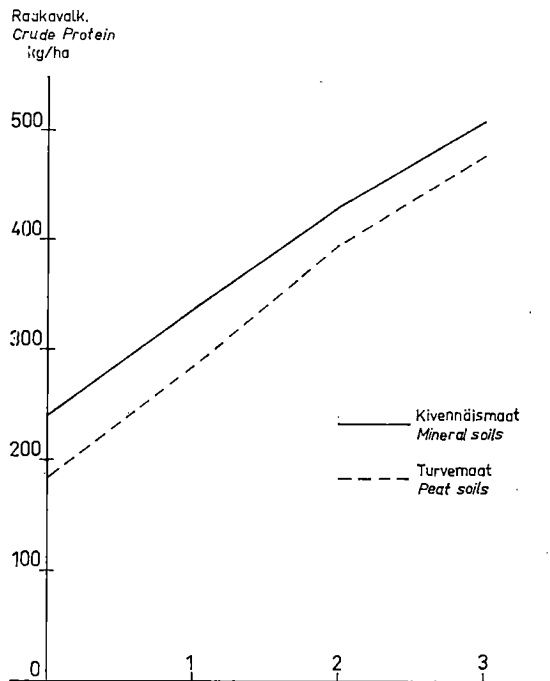
Number of experiments 1960—64: 130 for mineral soils and 125 for peat soils; number of analyses 1963—64: 530 for mineral soils (53 experiments) and 480 for peat soils (48 experiments).

valkuaismääriä kummassakin maalajiryhmässä erikseen. Taulukossa 9 (sekä kuvissa 3 ja 4) on molempien maalajiryhmien koetulokset ryhmitelty kahteen pääryhmään, joista ensimmäisessä (A) tarkastellaan lannoituksen vaikutusta 1, 2 ja 3 -kertaisia lannoitemääriä käytettäessä riippumatta lannoitelajista, ja toisessa ryhmässä (B) eri lannoitelajien vaikutusta riippumatta lannoitemäärästä. Esitettyjä lukuja tarkasteltaessa nähdään, että heinäsadon kuiva-ainemäärä oli kivennäismaiden lannoittamattomilla koeruuduilla runsaasti 500 kg/ha suurempi kuin turvemaiden vastaavilla ruuduilla, voimakkaimman lannoituksen saaneiden koeruutujen vastaavan eron ollessa vain 365 kg. Vastaavat erot raakavalkuaismää-

rissä olivat 57 ja 32 kg/ha. Toisin sanoen turvemaiden lannoittamattomien ruutujen sato oli 82.5 % kivennäismaiden vastaavien ruutujen sadosta, voimakkaimman lannoituksen saaneiden ruutujen sadon turvemaidella ollessa 93.3 % kivennäismaiden vastaavasta sadosta. Turvemaiden raakavalkuaisato verrattuna kivennäismaiden raakavalkuaisatoon oli vastaavasti lannoittamattomilla ruuduilla vain 76.3 %, mutta suurimman lannoituksen saaneilla ruuduilla 93.7 %. — Heinäsadon määrän lisääntyminen lannoitemääriä lisättäessä on siis ollut suurempi turvemaidella kuin kivennäismailla, ja sadon raakavalkuaismäärän lisääntyminen on ollut suhteellisesti vielä suurempi turvemaidella kuin kivennäismailla.



Kuva 3. Heinäsadon raakavalkuaismäärät.
Fig. 3. Amounts of crude protein in hay yield.



Kuva 4. Raakavalkuaissadon lisäys lannoitusta lisättäessä.
Fig. 4. Increment in crude protein yield with increasing fertilization.

Heinäsatojen nousun tilastollisesti varma luotettavuus lannoitemääriä lisättäessä selvitettiin jo edellä, samoin myös heinien typpipitoisuuden lisääntymisen varmuus. On selvää, että raakavalkuaismäärien lisääntymiset, jotka on laskettu heinäsatojen ja N %-lukujen perusteella, ovat myös tilastollisesti luotettavia niissä lannoitusryhmissä, joissa sadonlisäykset ja N %-lúvut todettiin luotettaviksi.

Eri Y-lannoslajien vaikutusta keskenään verrattaessa ei voida osoittaa tilastollisesti merkitseviä satoeroja sen enempää raakavalkuaissadoissa kuin heinäsatojenkaan määrissä tai typpipitoisuuksissa yhtä vähän turve- kuin kivennäismailla. Pieni tendenssi siihen suuntaan, että raakavalkuaissadot olisivat suurempia väkevällä Oulun Y-lannoksella kuin tavallisella Oulun Y-lannoksella ja normaalilla Y-lannoksella, on kuitenkin molemmilla maalajeilla havaittavissa.

Heinien fosforipitoisuus

Heinien fosforipitoisuudessa todettiin selvää lisääntymistä lannoitemääriä lisättäessä. Joskin heinien sisältämä fosforimäärä sinänsä on niiden typpimäärää huomattavasti pienempi, ovat tulokset eräissä suhteissa samankaltaisia. Samoin kuin heinien typpipitoisuudessa näyttää niiden fosforipitoisuudessakin olevan vuosien välistä vaihtelua ja samansuuntaistakin kuin työssä sikäli, että

v. 1964 fosforiluvut olivat keskimäärin suurempia kuin 1963. Myös maalajien välisiä eroja on havaittavissa (taul. 10).

Kivennäismailla ei saatu peruslannoitemäärillä ollenkaan fosforin lisäyksiä, vaan P-luvut olivat (samoin kuin N-luvutkin) jopa vähän pienempiä kuin lannoittamattomilla ruuduilla. Vasta kaksin- ja kolminkertaisilla lannoite-

Taulukko 10. Sato-analyysien selvittämät P %-luvut vuosien 1963 ja 1964 heinänäytteistä.
 Table 10. P percentages of hay samples from 1963 and 1964 as revealed by crop analyses.

Y-lannoslajit ja suhteell. määrät <i>Different kinds of Y-fertilizer and relative quantities</i>	Ravinnetta <i>Nutrient</i>	Kuivan heinän fosforipitoisuus <i>P-content of dry hay</i>				
		Kivennäismailla <i>Mineral soils</i>		Turvemaileda <i>Peat soils</i>		Keskim. <i>Average</i> 1963—64
		1963	1964	1963	1964	
		(22) ²⁾ P %	(31) P %	(18) P %	(30) P %	(101) P %
a) Koejäsenet yksitellen — <i>Treatments individually:</i>						
0	—	0.191	0.211	0.184	0.188	0.195
1 Yn	48.8	0.182	0.208	0.191	0.216	0.202
1 Yo	22.5	0.181	0.197	0.183	0.194	0.190
1 Yv	37.5	0.183	0.205	0.189	0.216	0.201
2 Yn	97.6	0.198	0.218	0.209	0.246	0.221
2 Yo	45.0	0.188	0.201	0.197	0.211	0.200
2 Yv	75.0	0.186	0.217	0.201	0.232	0.212
3 Yn	146.4	0.213	0.239	0.217	0.279	0.241
3 Yo	67.5	0.198	0.205	0.217	0.241	0.216
3 Yv	112.5	0.198	0.222	0.217	0.264	0.228
b) Koejäsenten yhdistelmiä — <i>Combinations of treatments:</i>						
Lannoitemäärät — <i>Quantities of fertilizers</i>						
1 (Yn-Yo-Yv)	36.3	0.182	0.203	0.188	0.209	0.197
2 (Yn-Yo-Yv)	72.5	0.191	0.212	0.202	0.230	0.211
3 (Yn-Yo-Yv)	108.8	0.203	0.222	0.217	0.261	0.229
Lannoitelajit — <i>Different kinds of fertilizers</i>						
Yn (1-2-3)	97.6	0.198	0.222	0.206	0.247	0.221
Yo (1-2-3)	45.0	0.189	0.201	0.199	0.215	0.202
Yv (1-2-3)	75.0	0.189	0.215	0.202	0.237	0.214

1) Taulukkoon on merkitty vain lannoituksen sisältämä P₂O₅-määrä. Lannoitukseen sen lisäksi sisältyvät N- ja K₂O-määrät nähdään taulukosta 14.

1) The table shows only the P₂O₅ quantity of the fertilizer. The N and K₂O quantities contained in the fertilizer are shown in Table 14.

2) Suluissa olevat luvut tarkoittavat niiden kokeiden lukumäärää, joiden fosforianalyseistä P %-lukujen keskiarvot on laskettu.

2) The figures in brackets refer to the number of experiments whose phosphorus analyses were used in calculating the P percentages.

määrillä on P-% selvästi lisääntynyt, ja v. 1964 jokseenkin samassa suhteessa siirryttäessä kaksinkertaisesta lannoitemäärästä kolminkertaiseen kuin yksinkertaisesta kaksinkertaiseen (taul. 10). — Turvemaileda saatiin pienimmillään lannoitemäärillä suurempia fosforilukuja kuin lannoittamattomilla ruuduilla, varsinkin v. 1964, jolloin lisätyillä lannoitemäärillä heinän fosforipitoisuus nousi jyrkästi. Lannoitemäärän lisäyksen vaikutusta heinäsadon fosforipitoisuuteen erikseen kivennäis- ja turvemaileda on verrattu taulukossa 11 vuosien 1963 ja 1964 keskiarvolu-

kuja käyttäen. Tulosten testaus (Yn, Yo ja Yv yhdistettynä) osoittaa, että turvemaileda heinien fosforipitoisuuden nousu on tilastollisesti merkitsevä tai erittäin merkitsevä lukuun ottamatta pienimmän lannoitemäärän saaneen ja lannoittamattoman koejäsenen eroa. Kivennäismailla vain kolminkertaisella lannoitemäärällä lannoitetun ja pienimmän lannoituksen saaneen heinäsadon fosforipitoisuuksien ero on luotettavuudeltaan erittäin merkitsevä.

Taulukossa 12 on verrattu toisiinsa kivennäismaidien ja turvemaiden vastaavia koejäseniä.

Taulukko 11. Eri lannoitemääriillä vuosina 1963—64 (keskim.) tuotetun heinän fosforipitoisuuden vertailu.
 Table 11. Comparisons of the phosphorus contents of hay (average) produced with various amounts of fertilizer 1963—64.

Luvut merkitsevät fosforia P-alkuainecena grammoja 100 kg heinän kuiva-ainetta kohti (g/100 kg).
 The figures refer to the amount of phosphorus reckoned as P element in grammes per 100 kg of dry matter hay (g/100 kg).

Suhteell. Y-lannosmäärät Relative quantities of Y-fertilizers	Kivennäismailla Mineral soils			Turvemilla Peat soils		
	P-määrät P-content	Ero Difference	Eron t-luku t-test	P-määrät P-content	Ero Difference	Eron t-luku t-test
	g/100 kg	g		g/100 kg	g	
Yn						
1—0	197 — 203	— 6	0.70	207 — 187	20	1.70
2—0	210 — 203	7	0.72	233 — 187	46	3.87***
3—0	228 — 203	25	2.43*	256 — 187	69	5.32***
2—1	210 — 197	13	1.48	233 — 207	26	2.39*
3—1	228 — 197	31	2.66**	256 — 207	49	4.08***
3—2	228 — 210	18	1.72	256 — 233	23	1.89(*)
Yo						
1—0	190 — 203	—13	1.56	190 — 187	3	0.26
2—0	196 — 203	— 7	0.80	205 — 187	18	1.39
3—0	202 — 203	— 1	0.00	232 — 187	45	3.01**(*)
2—1	196 — 190	6	0.80	205 — 190	15	1.27
3—1	202 — 190	12	1.45	232 — 190	42	3.00**(*)
3—2	202 — 196	6	0.70	232 — 205	27	1.78
Yv						
1—0	196 — 203	— 7	0.76	206 — 187	19	1.51
2—0	204 — 203	1	0.11	220 — 187	33	2.62**
3—0	212 — 203	9	0.82	246 — 187	59	4.66***
2—1	204 — 196	8	0.90	220 — 206	14	1.13
3—1	212 — 196	16	1.50	246 — 206	40	3.19**(*)
3—2	212 — 204	8	0.80	246 — 220	26	2.08*
Koejäsenten yhdistelmien vertailu Combinations of treatments: (Yn-Yo-Yv)						
1—0	195 — 203	— 8	1.07	201 — 187	14	1.39
2—0	203 — 203	0	—	219 — 187	32	3.09**(*)
3—0	214 — 203	11	1.36	245 — 187	58	5.37***
2—1	203 — 195	8	1.69	219 — 201	18	2.62**
3—1	214 — 195	19	3.45***	245 — 201	44	5.88***
3—2	214 — 203	11	1.91(*)	245 — 219	26	3.15**(*)

Satoanalyysien lukumäärä oli eri Y-lannosmääriä edustavissa satonäytteiden ryhmissä seuraava: kivennäismailla 53, turvemilla 48; yhdistelmissä: kivennäismailla 159, paitsi 0:ssa 53 ja turvemilla 144, paitsi 0:ssa 48.

The number of analyses of sample groups representing various Y-fertilizer amounts was 53 on mineral soils and 48 on peat soils, and, in the combinations, 159 on mineral soils except for 0, for which it was 53, and 144 on peat soils except for 0, for which it was 48.

Lannoittamattomilla ruuduilla fosforipitoisuus oli pienempi turvemilla kuin kivennäismailla. Ero oli kuitenkin niin pieni, ettei sillä ole tilastollista merkitsevyyttä.

Lannoitetujen koeruujujen keskiarvot osoittavat turvemaiden satojen sisältäneen enemmän fosforia kuin kivennäismaiden (poikkeuksena vain koejäsen 1 Yo, jossa fosforipitoisuus oli molemmilla maalajeilla sama). T-testi

osoittaa lannoitemäärien ja lannoitelajien yhdistelmien vertailussa erojen saavan tilastollista merkittävyyttä yhdistelmää 1 (Yn-Yo-Yv) lukuun ottamatta.

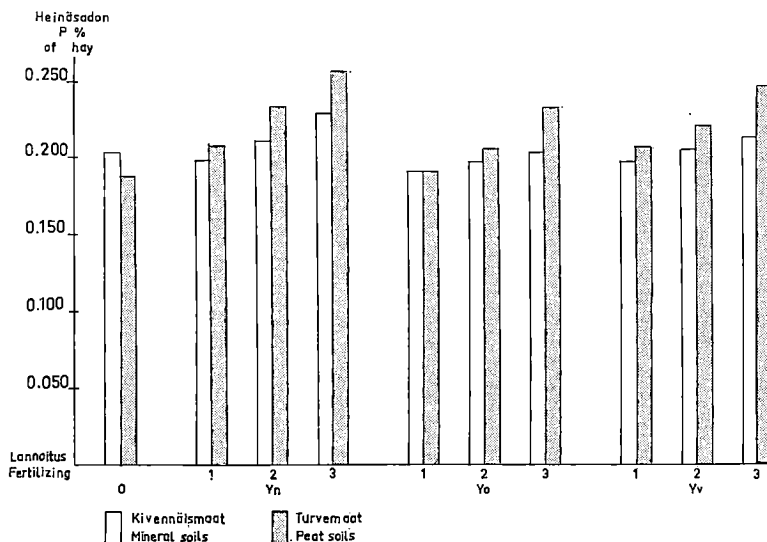
Myöskin eri lannoitelajien vaikutuksessa heinän P-lukuihin todettiin merkittäviä eroja, mikä johtuu lähinnä eri Y-lannoslajien välisistä huomattavan suurista fosforipitoisuuden eroista. Eri lannoitelajeilla tuotettujen heinien

Taulukko 12. Kivennäis- ja turvemailla kasvaneen heinän fosforipitoisuuden vertailu.
Table 12. Comparisons of the phosphorus contents of hay grown on mineral and on peat soil.

Y-lannoslajit ja suhteelliset määrät <i>Different kinds of Y-fertilizer and relative quantities</i>	Lannoitteen P ₂ O ₅ -määrä <i>Quantity of P₂O₅ in fertilizing</i> kg/ha	Heinän fosforipitoisuus <i>P-content of hay</i>			
		Kivennäis- mailla <i>Mineral soils</i> g/100 kg	Turvemailla <i>Peat soils</i> g/100 kg	Ero kiv. turve + tai - <i>Difference</i> g	Eron t-luku <i>t-test</i>
a) Koejäsenet yksitellen — <i>Treatments individually:</i>					
0	—	203	187	+16	1.42
1 Yn	48.8	197	207	—10	1.08
2 Yn	97.6	210	233	—23	2.20*
3 Yn	146.4	228	256	—28	2.31*
1 Yo	22.5	190	190	0	—
2 Yo	45.0	196	205	—9	0.83
3 Yo	67.5	202	232	—30	2.20*
1 Yv	37.5	196	206	—10	0.92
2 Yv	75.0	204	220	—16	1.50
3 Yv	112.5	212	246	—34	2.74**
b) Koejäsenten yhdistelmiä — <i>Combinations of treatments:</i>					
Lannoitemäärien vertailu — <i>Quantities of fertilizers</i>					
1 (Yn-Yo-Yv)	36.3	195	201	—6	1.07
2 (Yn-Yo-Yv)	72.5	203	219	—16	2.56*(*)
3 (Yn-Yo-Yv)	108.8	214	245	—31	4.18***
Lannoitelajien vertailu — <i>Different kinds of fertilizers</i>					
Yn (1-2-3)	97.6	212	232	—20	3.13**
Yo (1-2-3)	45.0	196	209	—13	1.90(*)
Yv (1-2-3)	75.0	204	224	—20	2.99**

Satoanalyysien lukumäärä, johon taulukossa esitetyt keskiarvot perustuvat, oli seuraava: lannoittamattomassa koejäsenessä ja muissa koejäsenissä yksitellen: kivennäismailla 53 ja turvemailla 48; koejäsentien yhdistelmissä: kivennäismailla 159 ja turvemailla 144.

The number of crop analyses on which the averages in the table are based was 53 for mineral soils and 48 for peat soils in the unfertilized treatment and in the other treatments individually; and 159 for mineral soils and 144 for peat soils in the combinations of treatments.



Kuva 5. Heinäsadon P-%.
Fig. 5. P % of hay yield.

Taulukko 13. Eri Y-lannoslajeilla tuotetun heinän fosforipitoisuuden vertailu.
 Table 13. Comparisons of phosphorus contents of hay grown with various types of Y-fertilizer.

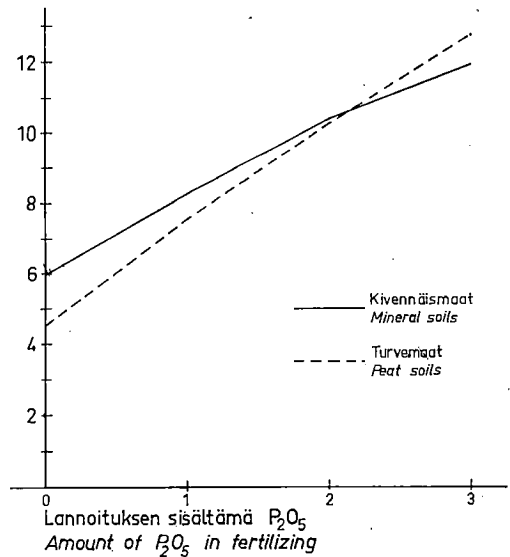
Luvut merkitsevät fosforia P-alkuaineena grammoja 100 kg heinän kuiva-ainetta kohti (g/100 kg).
 The figures refer to phosphorus in grammes of P element per 100 kg of dry matter hay (g/100 kg).

Y-lannoslajit ja suhteelliset määrät Different kinds of Y-fertilizer and relative quantities	Kivennäismailla Mineral soils			Turvemillailla Peat soils		
	Heinäsadon P-määrät P-content of hay g	Ero Difference g	Eron t-luku t-test	Heinäsadon P-määrät P-content of hay g	Ero Difference g	Eron t-luku t-test
1 Yn—1 Yo	197 — 190	7	0.97	207 — 190	17	1.62
1 Yn—1 Yv	197 — 196	1	0.12	207 — 206	1	0.09
1 Yv—1 Yo	196 — 190	6	0.75	206 — 190	16	1.40
2 Yn—2 Yo	210 — 196	14	1.56	233 — 205	28	2.30*
2 Yn—2 Yv	210 — 204	6	0.65	233 — 220	13	1.11
2 Yv—2 Yo	204 — 196	8	0.97	220 — 205	15	1.17
3 Yn—3 Yo	228 — 202	26	2.55*(*)	256 — 232	24	1.59
3 Yn—3 Yv	228 — 212	16	1.37	256 — 246	10	0.78
3 Yv—3 Yo	212 — 202	10	0.92	246 — 232	14	0.94
Keskimäärin — Mean:						
Yn (1-2-3)—Yo (1-2-3)	212 — 196	16	3.08**	232 — 209	23	3.01**
Yn (1-2-3)—Yv (1-2-3)	212 — 204	8	1.40	232 — 224	8	1.10
Yv (1-2-3)—Yo (1-2-3)	204 — 196	8	1.51	224 — 209	15	1.92*

typpipitoisuudessahan todettiin varsin pieniä eroja sen vuoksi, että lannoituksen typpimäärät oli järjestetty eri lannoitelajeilla kussakin lannoitusportaassa yhtä suuriksi. Eri Y-lannoslajien fosforimäärät sen sijaan vaihtelivat kokeiden vastaavissakin lannoitusportaissa. Pienimmän lannoituksen saaneilla ruuduilla P_2O_5 -määrät olivat Yn:llä 48,8, Yo:lla 22,5 ja Yv:llä 37,5 kg/ha. — Eri lannoitelajeilla saatuja heinän fosforipitoisuutta osoittavia lukuja keskenään verrattaessa (taul. 10, 12 ja 13 sekä kuva 5) huomataan normaalin Y-lannoksen (Yn) ja väkevän Oulun Y-lannoksen (Yv) antaneen suurempia P-lukuja kuin Oulun Y-lannoksen (Yo). Erot eivät tosin ole suuria: Yn keskimäärin 16 g ja Yv 8 g 100 heinäkiloa kohti kivennäismailla, vastaavien lukujen ollessa turvemilla Yn:n hyväksi 23 g ja Yv:n 15 g. Erot ovat silti tilastollisesti merkitseviä (taul. 13).

Heinäsadon sisältämä fosforimäärä kiloina hehtaaria kohti eri Y-lannoslajeja käytettäessä on esitetty taulukossa 14. Kivennäis- ja turvemaiden heinäsatujen fosforimääriä (kg/ha) eri lannoitusportaissa on verrattu kuvassa 6.

Sadon fosforimäärä
Amount of phosphorus in yield
P kg/ha



Kuva 6. Sadon fosforimäärän nousu lannoitusta lisättäessä.

Fig. 6. Increase in amount of phosphorus in the crop with increasing fertilization.

Taulukko 14. Eri Y-lannoslajeilla ja -määrillä heinänurmilla tuotetun sadon sisältämä fosfori.
 Table 14. Phosphorus contained in hay grown on leys with various amounts and kinds of Y-fertilizer.

Y-lannoslajit ja suhteelliset määrät <i>Different kinds of Y-fertilizer and relative quantities</i>	Ravinnemäärät <i>Nutrients</i> N P ₂ O ₅ K ₂ O			Heinäsadon kuiva-aine <i>Dry matter yield of hay</i>		Heinien fosforipitoisuus ja sadon fosforimäärä <i>P-content of hay</i>		
	kg/ha			kg/ha	Suhdeluvut <i>Rel. values</i>	g/100 kg	kg/ha	Suhdeluvut <i>Rel. values</i>
a) Koejäsenet yksitellen — <i>Treatments individually:</i>								
0	—	—	—	2 693	100	195	5.250	100
1 Yn	30	49	34	3 936	146	202	7.950	151
1 Yo	30	23	43	3 950	147	190	7.510	143
1 Yv	30	38	45	4 139	154	201	8.320	158
2 Yn	60	98	68	4 914	182	221	10.860	207
2 Yo	60	45	85	4 842	180	200	9.680	184
2 Yv	60	75	90	4 992	185	212	10.580	202
3 Yn	90	146	102	5 422	201	240	13.010	248
3 Yo	90	68	128	5 318	197	216	11.490	219
3 Yv	90	113	135	5 420	201	228	12.360	235
b) Koejäsenten yhdistelmiä — <i>Combinations of treatments:</i>								
Lannoitemäärät — <i>Quantities of fertilizers</i>								
1 (Yn-Yo-Yv)	30	36	40	4 008	149	197	7.900	150
2 (Yn-Yo-Yv)	60	72	81	4 916	183	211	10.370	198
3 (Yn-Yo-Yv)	90	108	121	5 386	200	229	12.330	235
Lannoitelajit — <i>Different kinds of fertilizers</i>								
Yn (1-2-3)	60	98	68	4 757	177	221	10 510	200
Yo (1-2-3)	60	45	85	4 703	175	202	9.500	181
Yv (1-2-3)	60	75	90	4 850	180	214	10-380	198

Heinäsadot vuosilta 1960—64 (255 koetta) ja fosforimääritykset vuosilta 1963—64 (101 koetta, heinänäytteitä 1 010).
Hay yields 1960—64 from 255 experiments, and the phosphorus determinations for 1963—64 from 101 experiments (1 010 hay samples).

Lannoituksen kannattavuus

Lannoituskustannus

Tarkasteltaessa niitonurmien lannoituksen taloudellisuutta on lähinnä tutkittava heinäkilon lannoituskustannuksen suuruutta eri lannoitelajeja ja eri lannoitemääriä käytettäessä.

Laskelman peruslukuina on pidetty lannoitteiden vähittäismyyntihintoja 1. 1. 1968, joihin on lisätty 10 %. Näin lasketut Y-lannosten hinnat ovat: Yn 28,60, Yo 31,70 ja Yv 37,00 mk/100 kg.

Lannoituskustannus hehtaaria kohti eri lannoitusportaissa em. hinnoilla ja kokeissa käytetyillä lannoitemäärillä käy selville seuraavasta asetelmasta:

	Yn		Yo		Yv	
	kg/ha	mk/ha	kg/ha	mk/ha	kg/ha	mk/ha
1.	375	107,25	250	79,25	250	92,50
2.	750	214,50	500	158,50	500	185,00
3.	1 125	321,75	750	237,75	750	277,50

Yllä esitettyjen markkamääräisten summien ja lannoituksella saatujen sadonlisäysten perusteella on laskettu heinäkilon lannoituskustannus, joka eri lannoitelajeilla ja -määrillä muodostui seuraavaksi:

	Kivennäismailla, p/kg			Turvemilla, p/kg		
	Yn	Yo	Yv	Yn	Yo	Yv
1.	6.9	5.1	5.2	6.9	5.0	5.1
2.	8.0	5.9	6.6	7.4	5.9	6.3
3.	9.7	7.4	8.4	9.2	7.1	7.9

Oulun Y-lannos (Y_o) osoittautui siis tämän mukaan edullisimmaksi sekä kivennäis- että turvemaille. Väkevä Oulun Y-lannos (Y_v) ei sekään jää edellisestä paljon jälkeen pienimmän lannoitemäärän kohdalla, mutta lannoitusta lisättäessä ero suurenee varsinkin kivennäismailla. Nyt on kuitenkin huomattava, että 2. ja 3. lannoitusportaan kohdalla näin lasketut luvut eivät vielä anna oikeaa kuvaa lisälannoituksen kannattavuudesta.

Kun tarkastellaan sadonlisäysten suuruutta lannoitemääriä lisättäessä huomataan, että vaikka sadon absoluuttinen määrä kasvaa, lisälannoiteannosta kohti saatu sadonlisäys alenee ensimmäisestä toiseen ja toisesta kolmanteen lannoitusportaan siirryttäessä:

	Kivennäismailla kg/ha			Turvemaille kg/ha		
	Y _n	Y _o	Y _v	Y _n	Y _o	Y _v
1.	1 549	1 567	1 788	1 560	1 575	1 829
2.	1 125	1 122	1 020	1 322	1 109	1 115
3.	648	520	489	621	675	581

Tämä lisälannoiteannosta kohti laskettujen sadonlisäysten pieneneminen perusmäärään nähden käy selvemmin ilmi seuraavasta asetelmasta, jossa cm. kilomääräiset sadonlisäykset on esitetty suhdeluksina (lannoitteiden perusmäärällä saatu sadonlisäys on merkitty 100:lla):

Taulukko 15. Vuosina 1960—64 (keskim.) saatujen sadonlisäysten lannoituskustannus.

Table 15. Costs of fertilizers for yield increments (average) obtained 1960—64.

Lannoitus Fertilizing		Kivennäismaat Mineral soils				Turvemaa Peat soils			
		Koko sadonlisäys Total crop increases with fertilizing		Lisälannoituksella saatu sadonlisäys Crop increases with supplementary fertilizing		Koko sadonlisäys Total crop increases with fertilizing		Lisälannoituksella saatu sadonlisäys Crop increases with supplementary fertilizing	
kg/ha	Kustannus Cost mk/ha	kg/ha	Kustannus Cost p/kg	kg/ha	Kustannus Cost p/kg	kg/ha	Kustannus Cost p/kg	kg/ha	Kustannus Cost p/kg
Y _n 375 ...	107,25	1 549	6.9	—	—	1 560	6.9	—	—
Y _o 250 ...	79,25	1 567	5.1	—	—	1 575	5.0	—	—
Y _v 250 ...	92,50	1 788	5.2	—	—	1 829	5.1	—	—
Y _n 750 ...	214,50	2 674	8.0	1 125	9.5	2 882	7.4	1 322	8.1
Y _o 500 ...	158,50	2 689	5.9	1 122	7.1	2 684	5.9	1 109	7.1
Y _v 500 ...	185,00	2 808	6.6	1 020	9.1	2 944	6.3	1 115	8.3
Y _n 1 125 ...	321,75	3 322	9.7	648	16.6	3 503	9.2	621	17.3
Y _o 750 ...	237,75	3 209	7.4	520	15.2	3 359	7.1	675	11.7
Y _v 750 ...	277,50	3 297	8.4	489	18.9	3 525	7.9	581	15.9

Lannoitteet on hinnoiteltu 1. 3.—30. 6. 1968 voimassa olleiden hintojen mukaan: Y_n 25,95, Y_o 28,75 ja Y_v 33,60 mk/100 kg + 10 %.

Pricing of fertilizers according to current prices March 1—June 30, 1968: Y_n 25,95, Y_o 28,75 and Y_v 33,60 mk/100 kg + 10 %.

Kivennäismailla

Turvemaille

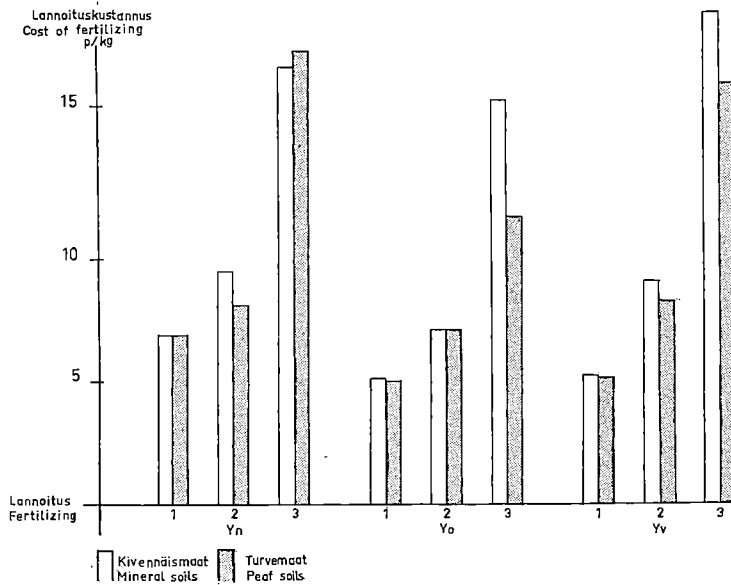
	Y _n	Y _o	Y _v	Y _n	Y _o	Y _v
1.	100	100	100	100	100	100
2.	73	72	57	85	70	61
3.	42	33	27	40	43	32

Lisälannoituksella saadun sadonlisäyksen lannoituskustannus verrattuna peruslannoituksella saadun sadonlisäyksen kustannukseen muodostui tällöin seuraavaksi:

	Kivennäismailla, p/kg			Turvemaille, p/kg		
	Y _n	Y _o	Y _v	Y _n	Y _o	Y _v
1.	6.9	5.1	5.2	6.9	5.0	5.1
2.	9.5	7.1	9.1	8.1	7.1	8.3
3.	16.6	15.2	18.9	17.3	11.7	15.9

Nämä luvut ovat keskenään vertailukelpoisia. Taulukossa 15 on esitetty rinnakkain lannoituskustannus hehtaaria kohti, koko sadonlisäys hehtaaria kohti, sen lannoituskustannus p/kg, lisälannoituksella saatu sadonlisäys ja tämän perusteella laskettu heinäkilon lannoituskustannus sekä kivennäis- että turvemaille. Kuvassa 7 esitetään lannoituskustannukset pylväinä.

Lannoituskustannus tuotettua heinäkiloa kohti nousi lähes kaikissa lannoitusportaisissa suurimmaksi Y_n:llä. Tämä on varsin luonnollista, koska



Kuva 7. Heinänurmillä saatujen sadonlisäysten lannoituskustannus.

Fig. 7. Fertilizer costs for yield increments obtained on hay leys.

normaalista Y-lannoksesta käytettiin huomattavasti suurempia määriä kuin muista lannoitteista. Lisäksi tiedetään, että fosforin (jota kokeissa käytetyssä Yn-lannoituksessa oli paljon enemmän kuin Yo- ja Yv-lannoituksessa) tuottamat sadonlisäykset nurmella ovat ravinnekiloa kohti vain noin kolmasosa tyypellä saaduista sadonlisäyksistä (vrt. esim. TENNBERG 1955).

Yo:lla ja Yv:llä tuotetut heinäkilot tulevat peruslannoitemääriä käytettäessä käytännöllisesti katsoen saman vertaisiksi, sillä ero Yo:n hyväksi on mitättömän pieni. Toisessa lannoitusportaassa on ero Yo:n hyväksi jo selvästi havaittavissa, ja kolmannessa lannoitusportaassa ero edelleen kasvaa. Mitä suurempia lannoitemääriä käytettäisiin, sitä edullisempaan asemaan tulisi todennäköisesti Yo, koska sen suhteellisesti suurempi typpipitoisuus fosforiin ja kaliin nähden muodostuisi ratkaisevaksi tekijäksi. Tämän lannoitteen sisältämä fosfori- ja kalimäärä riittänevät silloin myöskin tyydyttämään kasvuston vaatimuksia näiden ravinteiden suhteen.

Pellervo-seuran markkinatutkimuslaitoksen antamien tietojen mukaan on osuuskauppojen viljelijöille maksama heinäkeskihinta ollut sato-vuonna 1967—68 Pohjois-Suomessa 13.8 p/kg.

Vaikuttaa siis siltä, että heiniä viljeltäessä myyntiä varten suurimman lannoitemäärän (Yn 1 125, Yo ja Yv 750 kg/ha) käyttö ei olisi enää taloudellisesti kannattavaa muuten kuin Oulun Y-lannoksella turvemaailla. Kivennäismailla väkevän Oulun Y-lannoksen 3. lannoitusportaassa heinä lannoituskustannus muodostui kaikkein suurimmaksi, turvemaailla taas normaalilla Y-lannoksella saatiin heikoin tulos.

Raakavalkuais- ja fosforisadonlisäyksen arvo

Satoanalyysit osoittivat, että lannoitusta lisätessä heinäsadon raakavalkuais- ja fosforipitoisuus nousivat. Suuremmilla lannoitemäärillä saatiin siis parempaa rehua.

Rehun valkuaispitoisuuden mittaamiseen rahassa on pyritty taulukossa 16, jossa käytettyjä laskentaperusteita selostetaan seuraavassa. Tulos on markkamääräisesti ilmaistuna kovin teoreettinen, mutta antaa kuitenkin jonkinlaisen kuvan eri Y-lannoslajien suhteellisista vaikutuksista heinäsadon laadun parantajina. Ruokintaopillinen puoli asiassa ei luonnollisesti ole niin yksiselitteinen kuin näissä laskelmissa oletetaan verrattaessa heinä valkuaismäärää soijarouheen val-

Taulukko 16. Heinässä tuotetun ja soijarouheesta ostetun sulavan raakavalkuaisen (srv) vertaileva kustannuslaskelma.
 Table 16. Comparative cost estimates of digestible crude protein produced in hay and purchased in soya bean meal.

Lannoitus Fertilizing		Raakavalk. heinissä Crude protein of hay	Sulavaa raakavalk. Digestible crude protein	Vastaava soijarouheen määrä ostohinta Soya bean meal of equivalent size		Srv-hinta heinissä Digestible crude protein price of hay	Ero lannoit- maan satoon Difference to non-fertilized yield
kg/ha	mk/ha	kg/ha	kg/ha ¹⁾	kg ²⁾	mk ³⁾	mk/ha ⁴⁾	mk/ha ⁵⁾
Kivennäismaat — Mineral soils:							
0	—	241	145	354	246	246	—
Yn 375	107	328	197	480	334	227	—19
Yo 250	79	330	198	483	336	257	+11
Yv 250	93	352	211	515	358	265	+19
Yn 750	215	424	254	620	431	216	—30
Yo 500	159	429	257	627	436	277	+31
Yv 500	185	439	263	641	445	260	+14
Yn 1 125	322	502	301	734	510	188	—58
Yo 750	238	512	307	749	520	232	+36
Yv 750	278	514	308	751	522	244	— 2
Turvemaat — Peat soils:							
0	—	184	110	268	186	186	—
Yn 375	107	269	161	393	273	166	—20
Yo 250	79	277	166	405	281	202	+16
Yv 250	93	311	187	456	317	224	+38
Yn 750	215	394	236	576	400	185	— 1
Yo 500	159	391	235	573	398	239	+53
Yv 500	185	400	240	585	406	221	+35
Yn 1 125	322	476	286	698	485	163	—23
Yo 750	238	483	290	707	491	253	+67
Yv 750	278	471	283	690	479	201	+15

1) Sulavaa raakavalkuaista 60 % raakavalkuaisesta.

2) Digestible crude protein, 60 % of crude protein.

3) Soijarouheesta on 41 % srv.

4) Soya bean meal containing 41 % digestible crude protein.

5) Soijarouheen keskim. vähittäismyyntihinta Pohjois-Suomessa 69.48 p/kg.

6) Average retail sales price of soya bean meal in North Finland 69.48 p/kg.

7) Heinäsadon srv-määrää vastaavan soijarouheen ostohinnasta on vähennetty lannoituskustannus.

8) The fertilizing costs have been deducted from the purchase price of the amount of soya bean meal equivalent to the amount of digestible crude protein in the hay yield.

9) Edellisen sarakkeen luvuista on vähennetty lannoittamatta saadun sadon srv-hinta.

10) The price of the digestible crude protein of yield obtained without fertilizer has been deducted from the figures in the previous column.

kuaispitoisuuteen. Heinäsadon raakavalkuismäärästä on otettu sulavaksi raakavalkuaiseksi varovasti arvioiden 60 % (rehuarvotaulukoiden mukaan timoteihin kukinnan keskivaiheessa srv on 63.5 % raakavalkuaisesta; kukinnan aikaisemmissa vaiheissa korjatun heinän raakavalkuaisesta sulavan raakavalkuaisen osuus on vielä suurempi). Taulukossa 16 esitetyt soijarouheen kilomäärät sisältävät yhtä paljon sulavaa raakavalkuaista kuin edellisessä sarakkeessa ilmoitetaan heinien srv-määräksi hehtaaria kohti. Soijarouheen mu-

kaan hinnoitellen on sitten laskettu heinien laadun paranemisen rahallinen arvo. Soijarouheen kilohinnaksi on otettu Pellervo-seuran markkinatutkimuslaitoksen laskema vähittäismyyntihinta Pohjois-Suomessa vuoden 1968 ensimmäisellä vuosipuoliskolla (69.48 p/kg). Heinäsadon srv-määrää vastaavan soijarouheen ostohinnoista on vähennetty sadon tuottamiseen tarvittu lannoituskustannus. Taulukon viimeisessä sarakkeessa on edellisen sarakkeen luvuista vähennetty lannoittamatta saadun sadon srv-hinta. Jäännöksestä

siis nähdään lannoituksen heinien valkuaispitoisuutta parantava vaikutus markkoina hehtaaria kohti.

Eri lannoitelajeilla huomataan selviä eroja. Normaalin Y-lannoksen kohdalla numerot ovat miinusmerkkisiä kaikissa lannoitusportaissa sekä kivennäis- että turvemilla. Pienintä lannoitemäärää käytettäessä väkevä Oulun Y-lannos on antanut paremman tuloksen kuin Oulun Y-lannos, turvemilla jopa yli kaksi kertaa paremman. Sitä vastoin 2. ja varsinkin 3. lannoitusportaassa Oulun Y-lannos voittaa väkevän Oulun Y-lannoksen. Kivennäismaillahan jälkimmäisen kohdalla on saatu jopa lievästi miinusmerkkinen tu-

los. Turvemilla sekä Yo:n että Yv:n kohdalla tulokset ovat huomattavasti kivennäismaiden lukuja suurempia.

Yhdistämällä eri lannoitemäärät ja toisaalta eri lannoitelajit saadaan seuraava asetelma:

	Lannoitus	Kivennäismaat		Turvemaa	
		Srv-hinta heinissä	Ero lannoittamattomaan satoon	Srv-hinta heinissä	Ero lannoittamattomaan satoon
	mk/ha	mk/ha	mk/ha	mk/ha	mk/ha
1 (Yn-Yo-Yv)	93	250	+ 4	197	+11
2 (Yn-Yo-Yv)	186	251	+ 5	215	+29
3 (Yn-Yo-Yv)	279	238	— 8	206	+20
Yn (1-2-3)	215	210	—36	171	—15
Yo (1-2-3)	159	272	+26	231	+45
Yv (1-2-3)	185	256	+10	215	+29

Taulukko 17. Heinäsadon fosforilisäys rehufosfaatin mukaan hinnoiteltuna.
Table 17. Phosphorus increment in the hay yield as priced in terms of rock phosphate.

Lannoitus Fertilizing	Heinäsadon kuiva-ain Dry matter yield of hay	Heinäsadon fosforisisältö P-content of dry hay			Vastaava rehufosfaatin määrä hinta Rock phosphate of equivalent size		Ero lannoittomaa satoon Difference to non-fertilized yield
		P %	P ₂ O ₅ % ¹⁾	P ₂ O ₅ kg/ha	kg ²⁾	mk ³⁾	
kg/ha	kg/ha						mk/ha
Kivennäismaat — Mineral soils:							
0	2 946	0.203	0.465	14	37	33	—
Yn 375	4 186	0.197	0.451	19	50	45	+12
Yo 250	4 200	0.190	0.435	18	47	42	+ 9
Yv 250	4 377	0.196	0.449	20	53	48	+15
Yn 750	5 086	0.210	0.481	24	63	57	+24
Yo 500	5 098	0.196	0.449	23	61	55	+22
Yv 500	5 193	0.204	0.467	24	63	57	+24
Yn 1 125	5 604	0.228	0.522	29	76	68	+35
Yo 750	5 514	0.202	0.463	26	68	61	+28
Yv 750	5 584	0.212	0.486	27	71	64	+31
Turvemaa — Peat soils:							
0	2 429	0.187	0.428	10	26	23	—
Yn 375	3 677	0.207	0.474	17	45	41	+18
Yo 250	3 689	0.190	0.435	16	42	38	+15
Yv 250	3 892	0.206	0.472	18	47	42	+19
Yn 750	4 734	0.233	0.534	25	66	59	+36
Yo 500	4 576	0.205	0.470	22	58	52	+29
Yv 500	4 784	0.220	0.504	24	63	57	+34
Yn 1 125	5 231	0.256	0.586	31	82	74	+51
Yo 750	5 116	0.232	0.532	27	71	64	+41
Yv 750	5 249	0.246	0.564	30	79	71	+48

1) $2.291 \times P \%$.

2) Rehufosfaatissa on 38 % P₂O₅.

3) Rock phosphate contains 38 % P₂O₅.

3) à 90 p/kg.

3) At 90 p/kg.

Taloudelliselta kannalta asiaa tarkastellen valkuaisadon lisäys saavutettiin edullisimmin 2. lannoitusportaassa (Yn 750, Yo ja Yv 500 kg/ha), ja lannoitelajeista parhaimmaksi osoittautui Oulun Y-lannos. Turvemaiden tulosten paremmuus kivennäismaihin nähden on myös syytä panna merkille.

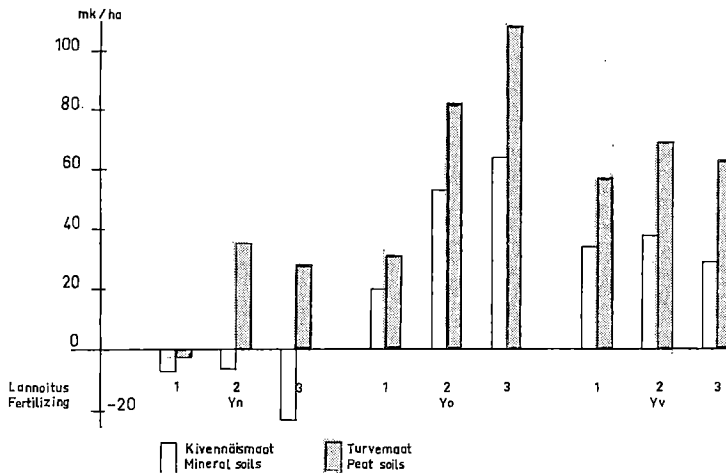
Heinäsadon laatu ei kuitenkaan lannoituksen ansiosta parantunut vain valkuaispitoisuuden nousuna, vaan myös heinien fosforisisältö kasvoi. Edellä esitettyihin lukuihin onkin lisättävä vielä fosforisadon aiheuttama arvon lisäys, jota koskevat laskelmat nähdään taulukosta 17. Heinäsadon fosfori on hinnoiteltu rehufosfaatin hintaiseksi (90 p/kg). Kun valkuaisatoa hinnoiteltaessa vähennettiin jo koko lannoituskustannus eri koejäsenien kohdalla, ei fosforilisäyksen markkamääriä lukuja voi tarkastella verrattuna valkuaisadonlisäykseen, joka samalla tavoin laskettuna (lannoituskustannusta vähentämättä) olisi huomattavasti fosforin antamaa tuottoa suurempi. Fosforilisäyksen markkamääriä voidaan kuitenkin verrata keskenään. Taulukosta 17 huomataan, että turvemaiden tulokset ylittävät kauttaaltaan kivennäismaiden tulokset. Oulun Y-lannos on vähiten fosforia sisältävänä antanut huonoimmat tuottoluvut. Normaali Y-lannos ja väkevä Oulun Y-lannos olivat melkein saman veroisia.

Kun nämä fosforipitoisuuden lisäyksen arvon ilmoittavat luvut yhdistetään srv-sadonlisäyksen arvoksi saatuihin lukuihin, osoittavat näiden yhteisimmat siis lannoituksen avulla heinissä tapahtuneen laadun parantumisen määrän rahassa laskettuna.

Tulokset muodostuivat tällöin seuraavanlaisiksi:

	Kivennäismaat mk/ha	Turvemaa mk/ha
Yn 375	- 7	- 2
Yo 250	+20	+ 31
Yv 250	+34	+ 57
Yn 750	- 6	+ 35
Yo 500	+53	+ 82
Yv 500	+38	+ 69
Yn 1 125	-23	+ 28
Yo 750	+64	+108
Yv 750	+29	+ 63
1 (Yn-Yo-Yv)	+16	+ 29
2 (Yn-Yo-Yv)	+28	+ 62
3 (Yn-Yo-Yv)	+23	+ 66
Yn (1-2-3)	-12	+ 20
Yo (1-2-3)	+46	+ 74
Yv (1-2-3)	+34	+ 63

Eri Y-lannoslajeja toisiinsa verrattaessa havaitaan normaalin Y-lannoksen sadon laatua parantavan vaikutuksen jääneen kivennäismailla mii-



Kuva 8. Heinäsadossa lannoituksen johdosta tapahtuneen srv- ja fosforipitoisuuden lisäyksen arvo.

Fig. 8. Value of increments in digestible crude protein and phosphorus contents of hay yield caused by fertilization.

nuspuolelle, eniten suurimmalla lannoitemäärällä. Yo:lla sen sijaan parhain tulos on sekä kivennäisettä turvemaiilla juuri 3. lannoitusportaassa. Yv:llä taas erot eri lannoitemäärän saaneiden koejäsenten välillä ovat pienet. Turvemaiden tulokset kaikkien Y-lannoslajien ja määrien koh-

dalla ovat kivennäismaiden vastaavia lukuja suuremmat. Oulun Y-lannoksen sadon laatua parantava vaikutus on tämän laskelman mukaan ollut taloudellisesti kannattavinta. Vain pienintä lannoitemäärää käytettäessä väkevä Oulun Y-lannos oli parempi. Tulokset on esitetty myös kuvassa 8.

Tiivistelmä

Sadot

Lannoittamattomilla ruuduilla kivennäismailla vuosien väliset erot heinäsadon suuruudessa olivat erittäin merkitseviä ja alueiden väliset erot melkein merkitseviä. Turvemaiilla ei vuosien välisille eroille saatu tilastollista luotettavuutta, mutta alueelliset erot osoittautuivat erittäin merkitseviksi.

Eri Y-lannosmäärillä saadut sadonlisäykset olivat keskimäärin: peruslannoitemäärillä yli 1 600 kg/ha, kaksinkertaisella lannoituksella lähes 2 800 kg/ha ja kolminkertaisella lannoituksella yli 3 300 kg/ha. Sadonlisäykset lannoitemääriä lisättäessä saivat erittäin merkitsevän luotettavuuden.

Eri Y-lannoslajien satoa lisäävän vaikutuksen keskiarvoluvut poikkesivat yleensä verrattain vähän toisistaan. Turvemaiilla erot olivat vähän selvemmät kuin kivennäismailla varsinkin 1. lannoitusportaassa, jossa väkevällä Oulun Y-lannoksella saadun sadonlisäyksen ero sekä Yn:llä että Yo:lla saatuihin sadonlisäyksiin oli melkein merkitsevä.

Vuosien väliset erot sadonlisäysten suhteen todettiin erittäin merkitseviksi. Turvemaiden vuosikeskiarvot vaihtelivat vähemmän kuin kivennäismaiden. Kivennäismailla niinä vuosina (1960, 1963), jolloin sadonlisäykset olivat keskimääräistä suurempia, lannoittamattomilta ruuduilta saatiin tavallista pienempi sato, ja sadonlisäysten ollessa tavallista pienempiä lannoittamattomien ruutujen keskisato kohosi varsin korkeaksi (1962).

Turvemaiden sadonlisäykset olivat melkein aina suurempia kuin kivennäismaiden. Erot olivat kuitenkin suhteellisen pieniä eivätkä osoittautuneet tilastollisesti merkitseviksi. Sen sijaan lannoittamattomien ruutujen sato oli kivennäismailla n. 650 kg suurempi kuin turvemaiilla ja

ero tilastollisesti erittäin merkitsevä. — Puhtailla rahkasoilla, joille oli sijoitettu 9 koetta, satotulokset näyttävät poikkeavan turvemaiden yleis-keskiarvoista. Lannoituksen perusmäärällä saatu sadonlisäys on ollut keskimäärin lähes sama kuin muilla turvemaiilla, mutta kaksin- ja kolminkertaisilla lannoitemäärillä lannoituksen teho on jäänyt rahkaturvemaiilla selvästi pienemmäksi varsinkin väkevää Oulun Y-lannosta käytettäessä. Yv:n kaksinkertaisella määrällä ha-sadonlisäys oli 1 000 kiloa ja kolminkertaisella määrällä 1 600 kiloa pienempi kuin turvemaiilla keskimäärin erojen ollessa tilastollisesti melkein merkitseviä. 750 kilolla Yv:tä saatu heinäsaato oli vain vähän (40 kg/ha) suurempi kuin lannoituksen ollessa 500 kg Yv:tä/ha.

Eri alueiden väliset sadonlisäysten erot olivat erittäin merkitseviä. Suurimmat sadonlisäykset saatiin Kainuun ja Perä-Pohjolan alueilta, ja Lapin tulokset olivat pienimmät varsinkin 1. lannoitusportaassa.

Typpianalyysit

Heinänäytteistä tehdyt typpianalyysit osoittivat typpipitoisuuden vaihtelevan erittäin suuresti.

Lannoitemäärän vaikutus typpipitoisuuteen osoittautui erittäin merkitseväksi. Tulokset eri lannoitusportaissa (eri lannoitelajit yhdistettyinä) olivat seuraavat:

1 (Yn-Yo-Yv) lann:ssa 30 kg N/ha, heinäsaadoissa 1.242 % N

2 (Yn-Yo-Yv) lann:ssa 60 kg N/ha, heinäsaadoissa 1.344 % N

3 (Yn-Yo-Yv) lann:ssa 90 kg N/ha, heinäsaadoissa 1.466 % N

Lannoittamattomien ruutujen heinäsadon N-pitoisuus oli yleensä suurempi kuin pienimmän lannoitemäärän saaneiden ruutujen sadolla. Erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä.

Eri Y-lannoslajien vaikutus heinien typpipitoisuuteen vaihteli eri lannoitusportaissa. Yo:lla saavutettiin 3. lannoitusportaassa suurimmat typpipitoisuudet.

Vuoden 1964 heinäsatujen typpi-prosentit olivat korkeammat kuin vuoden 1963.

Maalajien väliset erot heinien typpipitoisuudessa olivat suurimmat lannoittamattomilla ruuduilla. Ero kivennäismaiden hyväksi oli erittäin merkitsevä. Yo:lla ja Yn:illä 3. lannoitusportaassa turvemailla kasvaneen heinän typpipitoisuudet kohosivat suuremmiksi kuin kivennäismaiden vastaavilla koejäsenillä, ja ero oli merkitsevä. Perusmäärillä lannoitettaessa ero oli päinvastainen ja erittäin merkitsevä. Yv:llä lannoitettaessa sadon N-% oli kivennäismailla kaikissa lannoitusportaissa suurempi kuin turvemailla.

Heinäsatujen raakavalkuismäärät

Raakavalkuismäärät hehtaaria kohti olivat lisääntyneet pienimmällä lannoitemäärällä keskimäärin 1.5 -kertaiseksi, kaksinkertaisilla määrillä lähes kaksinkertaiseksi ja kolminkertaisella lannoituksella noin 2.3 -kertaiseksi lannoittamattoman koejäsenen raakavalkuismäärään verrattuna.

Heinän fosforipitoisuus

Fosforipitoisuus lisääntyi lannoitusta lisätessä.

Eri Y-lannoslajien sisältämät erisuuruiset P₂O₅-määrät samoissa lannoitusportaissa kuvastuivat tilastollisesti merkitsevinä vaikutuseroina heinien fosforipitoisuuksissa. Yn:illä olivat suurimmat, Yo:lla pienimmät P-prosentit.

Vuoden 1964 sadon fosforipitoisuus oli suurempi kuin edellisenä vuonna.

Turvemaiden lannoitetuilla ruuduilla oli korkeammat P-luvut kuin kivennäismailla, mutta lannoittamattomilla ruuduilla päinvastoin.

KIRJALLISUUTTA

- ANTTINEN, O. 1967. Eräistä Y-lannoksista timoteinurmen lannoitteina. Koetoim. ja Käyt. 4—5: 14—15.
- HAKKOLA, H. 1965. Typpilannoituksen vaikutus viljelykasvien satojen raakavalkuispitoisuuteen. Maatal. ja Koetoim. 19: 9—21.
- Intern. Grassland Congr., Section 1: Grassland production. Helsinki 1966.
- ISOTALO, A. 1965. Nurmiviljelykokeita Perä-Pohjolan koeasemalla vuosina 1953—1963. Professori Otto Valen juhla-julkaisu. Acta Agr. Fenn. 107: 161—170.
- JÓNSSON, L. & FRANK, J. E. 1966. Fältförsök med stigande mängder kväve till slättervall. Lantbr.högsk. Medd. A 45: 1—27.
- JULIN, G. 1952. Försök rörande spridningstidens inverkan på kvävegödslingens effekt på avkastning och råproteinhalt hos timotej. Sver. Utsädesför. Tidskr. 63: 440—468.
- JÄNTTI, A. 1953. Koiranheinä ja nurminata lyhytikäisten laidun- ja säilörehunurmien valtakasveina. Acta Agr. Fenn. 81: 1—64.
- & HUOKUNA, E. 1965. Pasture experiment at Viik in 1950—59. Ann. Agric. Fenn. 4: 1—37.
- & KÖYLJÄRVI, J. 1964. Laidunnurmien typpiväkilannoituskokeiden tuloksia. Ibid. 3: 166—214.
- KIVIMÄE, A. 1965. Timotejhöets sammansättning och smältbarhet vid framskridande skördestadier. Lantbr.-högsk. Medd. A 37: 1—23.
- Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin. Månadsöversikt av väderleken i Finland. Vuosikerrat 1960—1964. Ilmatietellinen Keskuslaitos, Helsinki.
- LAINE, T. 1953. Typpilannoituskokeita laidunnurmilla. Valt. Maatal.koetoim. Tied. 232: 1—26.
- 1955. Eri heinäkasvien suhtautumisesta typpilannoitukseen. Laiduntalous 27: 14—24.
- 1965. Säilörehu- ja laidunnurmien typpilannoituksesta. Maatal. ja Koetoim. 19: 104—109.
- 1966. Heinäkasvien typpilannoitus. Ibid. 20: 69—80.
- LÄHDE, V. 1925. Paikalliset lannoituskokeet vv. 1922—1924. Maatal.koetoim. Tied. 2.
- 1927. Yhdistelmä paikallisten lannoituskokeiden tuloksista vv. 1922—1926. Valt. Maatal. koetoim. Julk. 12.
- 1930. Heinänurmille vuosittain tai harvemmin annetun lannoituksen vaikutuksesta. Ibid. 31.
- PALOHEIMO, L. 1947. Kotieläinhoidon perusteita. 604 p. Jyväskylä.
- POIJÄRVI, I. 1955 a. Korjuuajan, -tavan ja -säiden vaikutus nurmesta saadun rehusadon määrään ja ravintoarvoon. Maatal. ja Koetoim. 9: 197—205.

- POIJÄRVI, I. 1955 b. Eräistä kasvavan ruohon ravintoon vaikuttavista tekijöistä. *Ibid.* 9: 206—211.
- POHJAKALLIO, O. 1934. Peltojemme typpilannoituksesta kotimaisten kokeiden valossa. *Valt. Maatal.koetoin. Tied.* 77: 1—44.
- 1945. Timotein, nurminadan ja koiranheinän viljelyarvosta niittonurmissamme. *Maatalous* 38: 99—101.
- RAININKO, K. 1968. The effects of nitrogen fertilization, irrigation and number of harvestings upon leys established with various seed mixtures. *Acta Agr. Fenn.* 112: 1—137.
- RYNNÄNEN, A. 1958. Nurmien typpilannoituksesta. *Maatal. ja Koetoin.* 12: 230—234.
- SALONEN, M. 1959. Puna-apilan suhtautumisesta typpilannoitukseen. *Ibid.* 12: 204—207.
- & HIIVOLA, S.-L. 1963. Typpilannoituksen vaikutus puna-apilan ja nurminadan sadon määrään ja laatuun. *Ann. Agric. Fenn.* 2: 136—152.
- & TAINIO, A. & TÄHTINEN, H. 1962. Selostus kiinteillä koe kentillä v. 1928—1960 suoritetuissa eri typpimäärien kokeissa saaduista tuloksista. *Ibid.* 1: 133—174.
- SIMOLA, E. F. 1923. Valtion varoilla järjestetyt lannoituskokeet v. 1922. *Maatal.hall. Tied. N:o* 149.
- SOINI, S. 1965. Paikallisten lannoituskokeiden heinäsatoin vaikuttavista tekijöistä. *Ann. Agric. Fenn.* 4: 185—206.
- TENNBERG, F. 1935. Peltojemme fosfaattilannoituksesta. *Valt. Maatal.koetoin. Tied.* 106.
- 1944 a. Niittonurmien lannoituskokeet. *Maan Suola* 2: 22—23.
- 1944 b. Niittonurmien lannoituskokeiden tuloksia. *Ibid.* 4: 52—53.
- 1949. Väkilannoitteiden vaikutuksessa havaittavista alueellisista eroavaisuuksista. *Koetoin. ja Käyt.* 1—2: 4.
- 1955. Niittonurmien pintalannoituksesta. *Maatal. ja Koetoin.* 9: 47—57.
- 1958. Suoviljelyksien lannoituksesta. *Suo* 5: 65—70.
- VIRTANEN, A. I. 1932. Kasvien typpiravinnosta. *Suom. Kemistilehti* 5: 67—74.
- 1951. Kvävebindningen i baljväxternas rotknölar och den härpå beroende självförsörjande kvävehushållningen i lantbruket. *Nord. Jordbr.forskn.* 33: 237—259.
- YLLÖ, L. 1959. Nurmikasvien valkuaisadosta. *Koetoin. ja Käyt.* 16: 12.

SUMMARY

Comparative experiments with three various compounded fertilizers on ley

F. TENNBERG and MAIJA VALMARI

Agricultural Research Centre, Bureau for Local Experiments,
Helsinki, Finland

Three types of Finnish compounded fertilizer are compared in these experiments: Y_n = normal compounded Y-fertilizer, Y_o = Oulu compounded Y-fertilizer, and Y_v = Oulu concentrated compounded Y-fertilizer.

The annual variations in hay yields of non-fertilized plots on mineral soil were very significant, while regional variations were almost significant. The annual variations on peat soils were not statistically significant, while the regional variations were very significant.

The increase in yield obtained with various quantities of Y-fertilizer averaged above 1 600 kg/ha with the basic amount of fertilizer, almost 2 800 kg/ha with double the amount, and above 3 300 kg/ha with treble the amount. With increasing amounts of fertilizer, the yield increases became very significant.

The averages for the yield-increasing effects of the various types of Y-fertilizer differed very little from one another in general. The differences were somewhat more distinct on peat soils than on mineral soils, particularly at the lowest level of fertilization where there was an

almost significant difference between the yield increase obtained with strong Oulu Y-fertilizer and the yield increases obtained with Y_n and Y_o.

The annual variations in yield increase were found to be very significant. The annual averages varied less on peat soils than on mineral soils. In those years (1960, 1963) when the mineral soils produced above average yield increases, the non-fertilized plots had lower than normal yields; while when the yield increases were below normal (1962) the average yield of the non-fertilized plots was quite high.

The yield increases were almost always bigger on the peat soils than on the mineral soils. The differences, however, were relatively small and did not prove to be statistically significant. But on non-fertilized plots the yield was about 650 kg bigger on mineral soils than on peat soils, and this difference was statistically very significant. — On pure sphagnum bogs where 9 of the experiments were conducted the yield results seem to differ from the general averages for peat soils. On sphagnum

the increment obtained with the basic amount of fertilizer was on average roughly the same as that obtained on the other peat soils, but the effect on sphagnum was clearly smaller with double and treble the fertilizer amount, especially when Oulu concentrated compounded Y-fertilizer was used. With a double amount of Yv fertilizer the yield increment per hectare was 1 000 kg less than on peat soils on average, and with a treble amount it was 1 600 kg less, the differences being statistically almost significant. The hay yield obtained with 750 kg of Yv was only slightly (40 kg/ha) higher than with 500 kg of Yv per hectare.

The differences in yield increase between the various regions were very significant. The largest yield increases were obtained in the regions of Kainuu and Peräpohjola, and the smallest from Lapland, especially at the lowest level of fertilization.

Nitrogen analyses

The nitrogen analyses of the hay samples showed that the nitrogen content varied greatly.

The effect of quantity of fertilizer upon nitrogen content proved to be very significant. The results for the various levels of fertilization (various types of fertilizers combined) were as follows:

- 1 (Yn-Yo-Yv) fertilization 30 kg N/ha, hay yields 1.242 % N
- 2 (Yn-Yo-Yv) fertilization 30 kg N/ha, hay yields 1.344 % N
- 3 (Yn-Yo-Yv) fertilization 90 kg N/ha, hay yields 1.466 % N

The N-content was generally higher in hay yields from the non-fertilized plots than in those from plots receiving the smallest amount of fertilizer. But the differences were not statistically significant.

The effects of the various types of Y-fertilizer on the N-content varied with the various levels of fertilization. At the highest level of fertilization the largest nitrogen contents were produced with Yo.

The nitrogen percentages of the hay yields were higher in 1964 than in 1963.

The differences on nitrogen content of hay from the different soil types were biggest on the non-fertilized plots. The difference in favour of mineral soil was a very significant one. The nitrogen contents of hay grown on peat soil with the highest level of Yo and Yn fertilization were bigger than those of the mineral soils receiving identical treatment. The difference was converse and was very significant at the lowest level of fertilization. With Yv fertilizer the N percentage of the yield was higher on mineral soils than on peat soils at all levels of fertilization.

Crude protein contents of the hay yields

The crude protein contents per hectare, as compared with those of the non-fertilized treatment, rose to approximately 1.5 times with the smallest quantity of fertilizer, were almost doubled with the double quantity, and rose to approximately 2.3 times with the treble quantity.

Phosphorus content

The phosphorus content rose with increasing fertilization.

The varying quantities of P_2O_5 contained in the different types of Y-fertilizer were reflected at the same levels in statistically significant differences of effects in the phosphorus contents of the hay. The percentages of P were highest with Yn and lowest with Yo.

The phosphorus content of the yield was higher in 1964 than in the previous year.

The fertilized plots gave higher P readings on peat soils than on mineral soils, but the reverse was the case on the non-fertilized plots.

PESTS OF CULTIVATED PLANTS IN FINLAND IN 1968

MARTTI MARKKULA

Agricultural Research Centre, Department of Pest Investigation
Tikkurila, Finland

Received October 17, 1968

This survey, like that of last year (MARKKULA 1968), is based mainly on information received from advisers of agricultural associations. Other sources of information have been samples and inquiries received by the Department of Pest Investigation, and observations made by research workers.

Four inquiries were sent to advisers during the growing season. Estimates of severity and frequency of damage were requested each time. These are shown in Table 1. The last inquiry also asked advisers to estimate the percentage of apples damaged by codling moth (*Cydia pomonella*) and apple fruit moth (*Argyresthia conjugella*), and of pea pods damaged by pea moth (*Cydia nigricana*). The same inquiry also requested a general estimate of the abundance of pests during the entire growing season. A 5-value scale was used for this purpose: pest incidence very sparse (1), sparse (2), normal (3), abundant (4), very abundant (5). 151 advisers responded to the inquiry on the general pest situation.

About half the advisers answered the inquiry each time. Replies to the spring inquiry were received from 183 advisers of 219 communes. The respective figures for the first summer inquiry were 143 and 177. Those for the second summer inquiry were 159 and 179, and for the autumn inquiry 156 and 181.

Data have been gathered by this method since 1964 only. The figures showing severity and fre-

quency of damage cannot be regarded as particularly accurate. But observations made by the Department's research workers show that the method gives a fairly reliable picture of the pest situation each year. Great variations in annual severity of damage emerge with particular clarity.

Results

The average abundance of pests during the entire growing season was 3.0. The figures for the previous three years were lower, being 2.3 for 1967, 2.7 for 1966 and 2.8 for 1965.

Thirteen species or groups of species caused as much or more damage than on the 4-year period 1964—1967 (Table 1). The figures for severity of damage were considerably higher than average for the following species: apple fruit moth, codling moth, small ermine moth (*Hyponomeuta malinellus*) and bird cherry aphid (*Rhopalosiphum padi*).

The year 1968 was an exceptionally bad year for damage by the apple fruit moth. According to replies to the inquiry, as many as 73 per cent of apples were damaged by the moth. The figure for severity of damage was 7.1. In apple orchards sprayed two or more times damage was less severe (HEIKINHEIMO 1969). The damage caused by the apple fruit moth was exceptionally heavy in 1965 also. In that year, 47 per cent of apples

Table 1. Results of questionnaires. Severity of damages reported, using a scale 0—10. The frequency of damage shows the percentages of cultivations in which damage was found in the observation area.

Taulukko 1. Tuboeläintiedustelujen tulokset. Tubojen ankaruus on ilmoitettu käyttämällä asteikkoa 0—10. Tubojen yleisyyttä ilmoitettaessa on arvioitu, kuinka monessa havaintoalueen viljelyksistä tuboa on esiintynyt.

	Number of observations <i>Havaintoja</i> 1968	Severity of damage <i>Tubojen ankaruus</i>		Frequency of damage <i>Tubojen yleisyys</i>	
		1968	1964—67	1968	1964—67
CEREALS — VILJAKASVIT					
<i>Rhopalosiphum padi</i> (L.)	112	1.9	1.1	27	14
<i>Macrosiphum avenae</i> (F.)	99	1.8	2.0	28	32
<i>Oscinella frit</i> (L.), winter cereals — <i>syysviljat</i>	76	1.4	1.6	18	20
<i>Elateridae</i>	89	1.2	1.4	14	20
<i>Oscinella frit</i> , spring cereals — <i>kevätviljat</i>	69	1.0	1.4	17	19
<i>Phyllotreta vittula</i> (Redtb.) etc.	140	0.9	0.9	17	21
FORAGE PLANTS — NURMIKASVIT					
<i>Amaurosoma</i> spp.	117	1.5	2.1	32	39
<i>Apion</i> spp.	59	1.2	1.5	13	25
ROOT CROPS AND VEGETABLES — JUURI- JA VIHANNESKASVIT					
<i>Hylemya brassicae</i> (Bché) and <i>H. floralis</i> (Fall.), late summer <i>loppukesä</i>	103	2.7	2.5	36	35
<i>Halticinae</i> , crucifers — <i>ristikukkaiset</i>	180	2.4	2.4	45	46
<i>Pieris brassicae</i> (L.) etc.	98	2.1	2.2	29	34
<i>Hylemya antiqua</i> (Meig.)	118	1.9	2.3	18	31
<i>Hylemya brassicae</i> and <i>H. floralis</i> , early summer — <i>alkukesä</i>	91	1.9	2.3	20	33
<i>Plutella maculipennis</i> (Curt.)	107	1.8	1.9	19	26
<i>Mamestra brassicae</i> (L.)	51	1.3	1.8	14	30
<i>Tricoxa apicalis</i> Först.	84	1.2	—	23	—
<i>Phaedon cochleariae</i> (F.)	69	1.1	1.7	22	29
<i>Psila rosae</i> (F.)	56	0.9	1.2	9	17
TURNIP RAPE — RYPSI					
<i>Meligethes aeneus</i> (F.)	57	1.2	2.6	40	58
SUGAR BEET — SOKERIJUURIKAS					
<i>Pegomyia betae</i> (Curt.), early summer — <i>alkukesä</i>	107	2.4	2.3	63	54
<i>Pegomyia betae</i> , late summer — <i>loppukesä</i>	124	2.4	2.2	50	47
<i>Lygus rugulipennis</i> Popp. etc.	103	2.4	2.7	53	55
<i>Chaetocnema concinna</i> (Marsh.)	121	1.9	2.0	48	42
<i>Silpha opaca</i> L.	89	1.9	1.7	43	40
PEA — HERNE					
<i>Cydia nigricana</i> (F.)	69	2.1	2.2	28	38
APPLE — OMENAPUU					
<i>Argyresthia conjugella</i> Zell.	108	7.1	3.1	78	42
<i>Cydia pomonella</i> (L.)	73	3.9	2.3	49	40
<i>Hyponomeuta malinellus</i> (Zell.)	58	2.6	1.6	38	23
<i>Abis pomi</i> Deg	77	1.7	1.9	24	29
<i>Panonychus ulmi</i> (Koch), autumn — <i>syksy</i>	39	1.6	1.9	20	31
<i>Lepus europaeus</i> Pallas and <i>L. timidus</i> L.	85	1.5	1.8	12	16
<i>Panonychus ulmi</i> (Koch), spring — <i>kevät</i>	43	1.4	1.7	20	23
<i>Psylla mali</i> (Schmidbg.)	62	1.0	1.3	14	22
<i>Microtus agrestis</i> (L.)	66	0.9	2.1	5	22
<i>Arvicola terrestris</i> (L.)	61	0.5	—	4	—
<i>Xyleborus dispar</i> (F.)	54	0.6	0.9	3	8
BERRIES — MARJAKASVIT					
<i>Nematus ribesii</i> (Scop.) and <i>Pristiphora pallipes</i> Lep.	107	2.4	2.1	20	22
<i>Aphididae</i> , Ribes species — <i>Ribes-lajit</i>	101	2.3	2.0	33	29
<i>Cecidophyopsis ribis</i> (Wettw.)	143	2.1	2.3	32	34
<i>Stenotarsonemus fragariae</i> (Zimm.)	107	1.9	2.2	18	32
<i>Byturus urbanus</i> (Lind.)	77	1.8	2.2	27	34
<i>Incurvaria capitella</i> Cl.	110	1.8	2.2	28	28
<i>Anthonomus rubi</i> (Hbst)	55	1.6	1.6	20	28
<i>Pachynematus pumilio</i> Knw.	89	1.5	1.6	23	29
<i>Zophodia convolutella</i> (Hbn.)	48	1.3	1.2	15	17
PESTS ON SEVERAL PLANTS — USEIDEN KASVIEN TUHOLAISET					
<i>Hydroecia micacea</i> (Esp.)	80	1.5	1.6	21	26
<i>Deroceras agreste</i> L. etc.	59	0.9	2.0	14	33

were damaged by this moth, and the figure for severity of damage was 5.7 (MARKKULA 1966).

According to the advisers, the codling moth also caused great destruction, damaging 33 per cent of the apples. This figure seems too high when compared with observations made by the Department's research workers in the late summer. The advisers may have ascribed some of the damage due to the apple fruit moth to the codling moth.

The abundance of the small ermine moth had shown a clear rise the previous year. Now there was a very general expansion of the areas of damage, and the damage also became more severe. Larvae of this pest stripped apple trees bare of leaves in many localities. It will be very interesting to see whether the mass occurrence will continue next year, as appears likely from earlier data (JUNNIKALA 1960).

The bird cherry aphid was widespread in cereal fields at the end of June. Its frequency showed a sharp rise during the first week of July, and there was an evident threat of serious damage. The increase in numbers soon ceased, however, this being at least partly due to ladybirds, and no serious damage occurred. Pea moths damaged an average of 12 per cent of pea pods and 8 per cent of peas.

New reports about potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.) were numerous than in any previous year. The species was found in 20 new localities. The northern most finds were previously in the region of Tampere (61° 28'N) (MARKKULA 1968), but eelworm was now found much farther north, at Jyväskylä (62° 15'N) and

Nurmes rural commune (63° 30'N). As before, almost all infested potato cultures were located in small kitchen gardens of private houses.

The frequencies of blossom beetle (*Meligethes aeneus*) and snails (*Deroceras agreste* etc.) were considerably below the average for the preceding four years. The same was true of timothy fly (*Amaurosoma* spp.) and onion fly (*Hylemya antiqua*), for instance.

During 1968, information was received about two pests new to Finland. They are *Macrosteles laevis* Rib. on spring cereals and *Phyllocoptes comatus* Nal. on elms. These bring the number of known pests of cultivated plants in Finland to 1 101.

Summary

The average abundance of pests was normal. *Argyresthia conjugella* and *Hyponomeuta malinellus* were exceptionally abundant, this being a year of mass occurrence. *Cydia pomonella* and *Rhopalosiphum padi* also occurred in numbers clearly higher than average. According to replies to inquiries 73 per cent of apples were damaged by *Argyresthia conjugella* and 28 per cent by *Cydia pomonella*. *Cydia nigricana* caused damage to 8 per cent of the peas. *Heterodera rostochiensis* was found at 20 new localities. The northernmost locality now known is in Nurmes rural commune (63° 30'N). There were exceptionally small numbers of *Meligethes aeneus* and snails. The number of species known to be pests of cultivated plants in Finland is now 1 101.

REFERENCES

- HEIKINHEIMO, O. 1969. Pihlajanmarjakoin torjunta antoi hyviä tuloksia 1968. Koetoim. ja Käyt. 26: 5.
- JUNNIKALA, E. 1960. Life history and insect enemies of *Hyponomeuta malinellus* Zell. (*Lep.*, *Hyponomeutidae*) in Finland. Ann. Zool. Soc. Vanamo 21, 1: 1--44.
- MARKKULA, M. 1966. Viljelykasvien tuhoeläimet 1965. Summary: The pests of cultivated plants in Finland in 1965. Maatal. ja Koetoim. 20: 185--195.
- 1968. Pests of cultivated plants in Finland in 1967. Ann. Agric. Fenn. 7: 107--110.

SELOSTUS

Viljelykasvien tuhoeläimet 1968

MARTTI MARKKULA

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkurila

Suoritettujen tiedustelujen mukaan tuholaisten määrä oli tavanomainen. Pihlajanmarjakoita esiintyi poikkeuksellisen runsaasti ja se vioitti 73 % omenoista. Omenankehrääjäkoilla oli toinen peräkkäinen massaesiintymävuosi. Peruna-anteroista tavattiin useammilta uusilta

paikkakunnilta kuin minään aikaisempana vuotena ja entistä pohjoisempaa, Nurmeksen mlk:sta saakka. Rapsikuoriaisia ja etanoita oli poikkeuksellisen vähän. Yksityiskohtaisempi katsaus on esitetty Koetoiminta ja Käytäntö -lehdessä n:o 11/1968.

ABUNDANCE OF PESTS IN GREENHOUSES

MARTTI MARKKULA

Agricultural Research Centre, Department of Pest Investigation,
Tikkurila, Finland

Received January 2, 1969

Conceptions of the abundance of pests on greenhouse plants are mostly based on impressions gained by research workers over decades, for hardly any studies on this subject have been made, at any rate in Scandinavia. In the present study a survey method was used obtain information about the abundance of the most important pests of greenhouse plants and the problems relating to their control.

Material and methods

Early in 1967, questionnaires were sent to the members of the Association of Finnish Glasshouse Growers. The questionnaire listed by species only those pests that the growers could be assumed to be able to identify. Other pests were listed as »practical groups». Members were asked to report their estimates of the abundance of pests in 1966 by applying a scale of 0—10, and to supply information on problems of control.

The questionnaires were sent to 730 growers, 214 of whom replied. Of these replies, 139 concerned chrysanthemum, 133 cucumbers, 119 tomatoes, 100 roses, 91 tulips, 85 lettuce, 57 carnations and 94 other greenhouse plants.

Results and discussion*Abundance of pests*

On most plants, aphids and the two-spotted spider mite *Tetranychus telarius* (L.) were clearly

the most abundant and did most damage. There was also a fair abundance of woodlice *Oniscus asellus* L. etc. and slugs *Deroceras agreste* L. etc. on many species, but other pests were abundant only on one or two (Figs. 1 and 2).

The results on the abundance of pests correspond fairly well to the prevalent conceptions based on impressions gained by research workers and on reports received at the Department of Pest Investigation (see VAPPULA 1965). The figures cannot be used to make comparisons of the abundance of the various pests, but they do provide a picture of the relative abundance of any one pest on various plants. The essential point is that it was possible to express the abundance of the various pests numerically and thus provide a basis for analysing changes in the infestation of greenhouse plants in later studies.

Problems of control

Half the replies received reported one or more control problems requiring solution. Control of the two-spotted spider mite was a problem to 57 % of the growers, and control of aphids to 27 %. Other problems concerned 15 pest species or groups of species. Among these the most frequently mentioned were slugs, woodlice, root-knot eelworms *Meloidogyne* sp., thrips and scales.

The chief difficulty with the two-spotted spider mite is its rapid reproduction. Other difficulties are its relatively high resistance to pesticides, the

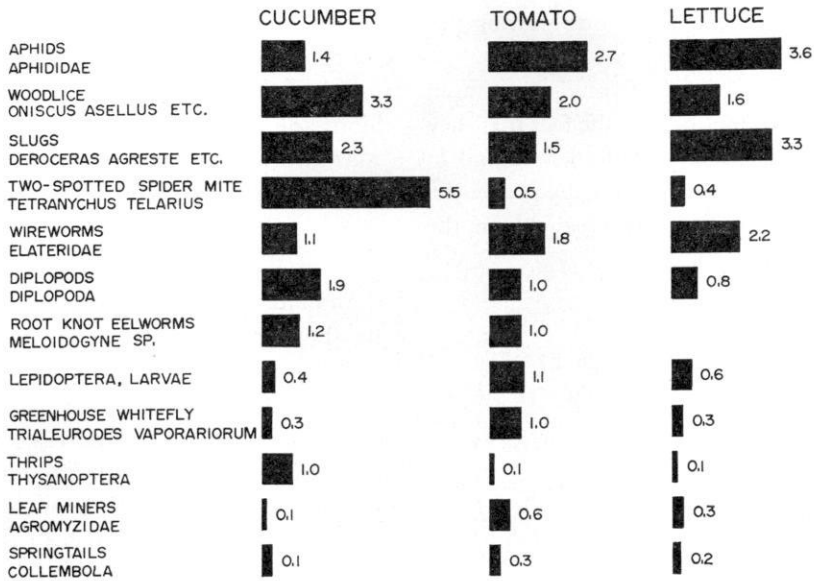


Fig. 1. Abundance of pests on the most important vegetables according to the questionnaires. Abundance reported, using a scale of 0—10. Columns indicate the average numbers of pests on each plant.

Kuva 1. Tubolaisten runsaus tärkeimmässä vihanneskasveissa viljelijöiltä saatujen tiedusteluvastausten mukaan. Runsaus on arvioitu käyttämällä asteikkoa 0—10, jossa 0 = ei tubolaista. Kuvaajat ja esitettyt luvut ilmoittavat tubolaisten keskimääräisen runsauden.

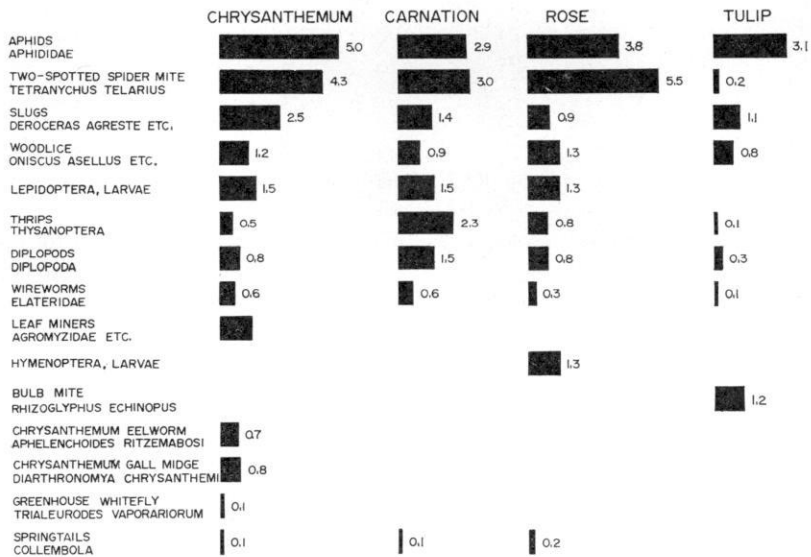


Fig. 2. Abundance of pests on the most important ornamentals according to the questionnaires. Declarations are the same as in Figure 1.

Kuva 2. Tubolaisten runsaus tärkeimmässä koristekasveissa viljelijöiltä saatujen tiedusteluvastausten mukaan. Selitykset samat kuin kuvassa 1.

phytotoxicity of these, and the long waiting periods necessary.

Difficulties in the control of aphids are caused by their rapid reproduction and the fact that they settle on the under surface of the leaves and in the blooms, sites not easily reached by pesticides.

The following reports were received on the effectiveness of the pesticides:

	Result	
	good	poor
lindane	8	0
nicotine	36	2
dibrom	7	1
demeton-methyl	13	3
diazinon	9	7
sulphotep	8	9
parathion	5	24

Although there have been recent reports on the poor effects of parathion, it was not expected that in the experience of the growers it would be as poor as this. On the basis of the replies and of data published in Great Britain (GOULD 1966), it was concluded that the poor control results were due to the resistance of the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulz.). To check this con-

clusion, aphids were obtained from growers for control tests. The tests so far carried out indicate that the green peach aphid is resistant to parathion and to some other insecticides as well (MARKKULA and TIITTANEN, to be published).

Summary

An inquiry was made among growers to reveal the abundance of pests in greenhouses and the problems associated with their control. On most plants the aphids and the two-spotted spider mite *Tetranychus telarius* (L.) were by far the most abundant pests. There were also fairly large numbers of woodlice and slugs on many plants. Other pests were abundant on one or two plant species only.

Control of the two-spotted spider mite was a problem to 57 % of the growers, and control of aphids to 27 %. Control was made difficult by the rapid reproduction of the two-spotted spider mite and the aphids, the phytotoxicity of the pesticides, the long waiting periods and the resistance of the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulz.) to parathion.

REFERENCES

- GOULD, H. J. 1966. Organophosphorus insecticide resistance in aphids on year-round chrysanthemums. *Plant Pathology* 15: 109—112.
- VAPPULA, N. A. 1965. The pests of cultivated plants in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 1, Suppl. 1: 1—239.

SELOSTUS

Lasinalaiskasvien tuholaisten runsaus ja torjuntaongelmia

MARTTI MARKKULA

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkurila

Lasinalaisviljelijöille lähetetyllä tiedustelulla selvitettiin tärkeimpien vihannes- ja koristekasvien tuholaisten runsautta vuonna 1966 sekä torjunnassa ilmeneviä ongelmia.

Tuholaisten runsaus ilmenee kuvista 1 ja 2. Tuloksia on selostettu yksityiskohtaisesti vuoden 1968 Puutarhakalenterissa sivuilla 255—265.

DISEASES OF CULTIVATED PLANTS IN FINLAND IN 1968

RAUHA PUTTONEN

Agricultural Research Centre, Department of Plant Pathology,
Tikkurila, Finland

Received March 10, 1969

Information on the prevalence of plant diseases in Finland in 1968 is based on samples received from farmers and advisers, and on observations made by employees of the Department of Plant Pathology. In addition inquiries to advisers and field test results from the experimental stations of the Agricultural Research Centre have produced information on the most harmful diseases, especially those of cereals.

The 1968 growing season

The winter of 1967 was unfavourable to low temperature parasitic fungi. A warm, wet autumn resulted in good sprouting of winter cereals. In early December the weather became suddenly colder and the soil froze. This sudden change in temperature caused some damage to winter wheat. In the spring the snow melted early in the southern and central parts of the country. The treatment of the young crops with PCNB preparations in late autumn also decreased fungal damage. *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. destroyed about 50 per cent of the winter cereal varieties susceptible to low temperature parasitic fungi in tests at the stations at Anjala and Pälkäne. There was in general very little damage by *Typhula* fungi, mainly *T. ishikariensis* Imai and sporadically *T. incarnata* Lasch ex Fr., but in Pälkäne they

appeared with a frequency of 10—20 per cent. *Sclerotinia borealis* Bub. & Vleugel extensively damaged the Inter-Nordic overwintering experiments on Gramineae breeds at Apukka on the arctic circle. The fungus also locally damaged grass leys in the west and north of Lapland. Clover rot (*Sclerotinia trifoliorum* Erikss.) had already caused damage to leys in the autumn, a phenomenon which has been noted earlier (PUTTONEN 1968). On these leys the yield losses were considerable. In autumn 1968 the weather was not favourable to the pathogen, and no report of extensive damage was received.

Although overwintering proceeded well, various fungi appeared in the cereals during the growing and harvesting seasons. The most serious losses in winter wheat were caused by stinking smut (*Tilletia* spp.). The fungus appeared with a high frequency in south and southwestern Finland and the Aaland Islands. In places, the amount of winter wheat that had to be rejected on account of smut was three times that of the previous year. The spread of the disease is due to the reduced use of seed dressings brought about by the polemics in Scandinavia some years ago regarding the possible damage done by mercury seed dressings to wild animals, especially birds (JAMALAINEN 1968). For the same reason there was an increase the previous year in the occurrence of *Helminthosporium gramineum*

Rabenh. Pathogens of foot and root rot (*Cerco-sporella herpotrichoides* Fron and *Ophiobolus graminis* (Sacc.)) contaminated spring and winter wheat and barley. As compared with the previous year, these diseases occurred more frequently in south and east Finland and the coastal region of north Finland. At experimental stations in Karelia take-all (*O. graminis*) was found in the Marne variety of oats. During the growing season *Erysiphe graminis* de C. was common both in leys and on cereal crops, and in some places contamination was very heavy. *Kabatiella caulivora* (Kirchn.) Karak. caused a considerable amount of stem spot on clover. The disease is especially harmful to seed cultivations.

In 1968 *Erwinia atroseptica* (van Hall) Jennison, the pathogen of black leg of potato, caused great damage. The autumn of the previous year had been a poor one for potatoes. In the case of home-grown seed potatoes the pathogen may have entered the soil along with the seed. The disease was favoured by the cool weather throughout the country and the abundant rain in late July. The autumn was very wet, and as a consequence there was a serious spread of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in potato fields. In 1967, potato scab (*Streptomyces* spp.) accounted for 34 per cent of the potato losses (PUTTONEN 1968). In 1968, the damage caused by these fungi was far less extensive. In Finland *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh. causes powdery scab of potato occasionally and in 1968 it was found on two potato fields. *Spondylocladium atrovirens* Harz. was rather widespread.

Root crops and outdoor vegetables were largely unaffected by disease. To judge from samples, there was little *Plasmodiophora brassicae* Woron. on cabbage and swede (rutabaga). Some damage to peas was caused by *Ascochyta pisi* Lib. The first occurrence in Finland of *Sclerotium cepivorum* was found on onion. There was a good deal of virus disease on multiplier onion.

The greatest damage to apples in unsprayed orchards was caused by apple scab (*Venturia inequalis* (Cke.) Wint.) and brown rot (*Sclerotinia fructigena* (Pers.) Schröt). The wet weather, the scabbiness of the apples and the great abundance

of insects were favourable to the brown rot pathogen. Other very abundant pathogens were *Gloeosporium* spp., which cause bitter rot.

Botrytis cinerea Pers. reduced the yield of strawberries at the end of the harvesting period only, when the weather became rainy. As in previous years. *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lind. and *Diplocarpon earliana* (Ell. & Ev.) Wolf. were also destructive to strawberries. Currant anthracnose (*Pseudopeziza ribis* Kleb.) and leaf spot of currant (*Mycosphaerella ribis* Fuck.) were abundant on varieties susceptible to these pathogens, e.g. Red Lake, Maarses Prominent, Rondon, Wellington XXX and Silvergieter. *Sphaerotheca mors uvae* (Schw.) caused a great deal of American gooseberry mildew in places, both on European gooseberry and young currant bushes. From a year's observations it seems that Wellington XXX, Silvergieter, Bang-up and Boskoop are susceptible to infection.

Among plants under glass of tomato streak virus (TMV + PXV) was widespread on tomato; other virus diseases were also frequently observed on this plant. In 1967, only a single case of green mottle mosaic virus of cucumber had been found, while in 1968 the virus appeared in twenty gardens. Among the fungi *Fusarium* spp. and *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth were the most common causes of damping-off of tomato. *Dibymella lycopersici* Hollos was found to be extremely injurious in southern Ostrobothnia.

Some damage to outdoor roses was caused by *Phragmidium* spp., *Diplocarpon rosae* Wolf. and *Sphaerotheca pannosa* (Wollr.) Lev. In roses grown under glass, *Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lév. and *Peronospora sparsa* Berk. occurred with the highest frequency, while there were several cases of *Coniothyrium* spp. and a single case of *Agrobacterium tumefaciens* (Smith & Townsend) Conn. Brown foot rot and wilt on carnations were caused by various *Fusarium* fungi and only sporadically by *Phialophora cinerescens* (Wr.) van Beyame. Ring spot was the commonest of the virus diseases. Etched virus was found in one sample. Chrysanthemum was affected by different viruses, as well as by spot diseases caused by

Alternaria, *Stemphylium* and *Septoria* fungi. White rust of chrysanthemum (*Puccinia horiana* P. Henn.) caused severe damage to four chrysanthemum cultivations, in two of which it was found in the open. Forcing of flower bulbs failed in many market gardens. In many samples of hyacinths and tulips there was reason to suspect immaturity of bulbs, faulty preparation, or heat damage during transport or storage. *Botrytis tulipae* (Lib.), *Fusarium oxysporum* Schl. and *Sclerotium tuliparum* Kleb. were also the causes of damage to tulips in many samples. The chief pathogen in hyacinth bulbs was *Erwinia carotovora* (Jones) Holl., but yellow rot of hyacinth (*Xanthomonas hyacinthi* (Wakker) Dowson) was also found. There was a lot of virus on iris. Damage to iris was also caused by *Penicillium* spp., and in three cases it was possible to identify the pathogen as *Penicillium corymbiferum* Westl.

Summary

In 1968, *Tilletia* spp. and *Helminthosporium gramineum* were the fungi most injurious of cereals. Their abundance was due to the use of undressed seed. Among field crops potato suf-

fered most from pathogens. The weather was particularly favourable to *Erwinia atroseptica* and *Phytophthora infestans*. The damage caused to tomato by *Didymella lycopersici* and to cucumber by green mottle mosaic virus were considerable when these were grown under glass. The occurrence of *Puccinia horiana* on chrysanthemum and the possible overwintering of the fungus in the open is a factor that must be taken into account next season. The selection of *Ribes* varieties will probably be of great importance in the control of *Pseudopeziza ribis*, *Mycosphaerella ribis* and *Sphaerotheca mors uvae*. The planting of Sub-standard imported material was evidently one of the chief reasons for in the failure in forcing of flower bulbs.

REFERENCES

- JAMALAINEN, E. A. 1968. Viljan peittauskysymys Pohjoismaissa. Summary: The question of seed treatment of cereals in Scandinavia. Ann. Agric. Fenn. 7, Suppl. 1: 5—9.
- PUTTONEN, R. 1968 a. Diseases of cultivated plants in Finland in 1967. Ibid. 7: 189—193.
- 1968 b. Kasvitaudit 1968. Koetoim. ja Käyt. 26,2.

SELOSTUS

Viljelykasvien kasvitaudit 1968

RAUHA PUTTONEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvitautilen tutkimuslaitos, Tikkurila

Vuoden 1968 viljakasvien tautien aiheuttajista haitallisimpia olivat haisunoki (*Tilletia* spp.) ja ohran viirutauti (*Helminthosporium gramineum*). Niiden runsauteen oli syynä siemenen peittaamatta jättäminen. Peltokasveista peruna kärsi eniten siemenvaurioista. Sääät olivat erityisen suotuisat tyvimädän (*Erwinia atroseptica*) ja perunaruton (*Phytophthora infestans*) aiheuttajille. Tomaattisyövän (*Didymella lycopersici*) vioitukset, tomaattivirusten sekä kurkun vihermosaliikkiviruksen (CGMV) nopea leviäminen aiheuttivat eniten huolta lasinalaisviljelyssä. Valkoruoste (Puccinia horiana) ilmeneminen avomaalla ja sen mahdol-

linen talvehtiminen on varteenotettava tekijä ensi kasvukautta silmällä pitäen. Varistelaikun (*Pseudopeziza ribis*), harmaalaikun (*Mycosphaerella ribis*) ja marjakasvien härmän (*Sphaerotheca mors uvae*) torjunnassa tulee lajikevalikoinnilla todennäköisesti olemaan merkitystä. Kukkasipulien hyötöjen epäonnistumiseen on ilmeisesti vaikuttanut paljon maahamme saapunut tavanomaista huonompi istutusmateriaali.

Yksityiskohtainen katsaus on esitetty suomenkielisenä Koetoiminta ja Käytäntö -lehdessä n:o 2/1969.

POSSIBLE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN THE EASILY SOLUBLE AMOUNT OF MANGANESE ON ARABLE MINERAL SOIL AND SUSCEPTIBILITY TO CANCER IN FINLAND

Preliminary report

HELVI MARJANEN

Agricultural Research Centre, Bureau for Local Experiments, Helsinki, Finland

Received November 12, 1969

Statistics show that the incidence of cancer is gradually increasing from year to year in many countries. Finland has a high total cancer incidence (SAXÉN 1961). The literature mentions a number of factors found to be associated with a high incidence of cancer, and especially with stomach cancer. CLEMMESSEN (1965) has grouped these factors, and those considered to be of importance in Finland can easily be selected from among them. The following list shows some of the factors:

<i>Soil:</i>	acid soil peat soil low-lying clay areas
<i>Climate:</i>	northern latitude low temperature
<i>Environment:</i>	rural areas
<i>Occupation:</i>	farmers workers in quarries low social class
<i>Dietary factors:</i>	excess zinc, copper iron deficiency molybdenum deficiency of vitamins A, B ₁ , B ₁₂ , C tobacco alcohol

<i>Diet:</i>	high intake of starchy foods, rice, cereals, potatoes low protein diet low consumption of fruit and fresh vegetables
--------------	--

It can be seen from the above list that most of the factors are associated with agriculture and its products. HAKAMA and SAXÉN (1967) found a relatively high correlation between consumption of cereals and stomach cancer mortality: in other words, the higher the intake of cereals, the higher was the number of deaths from stomach cancer. Another feature common to the areas with a high incidence of gastric cancer is the low intake of fresh vegetables and fruits and the high consumption of rice, cereals and potatoes, i.e. of starchy foods. It has also been found (e.g. SAXÉN and HAKAMA 1967) that a high consumption of cereals is a fundamental characteristic of low social class. According to DORN and CUTLER (1959), CLEMMESSEN and NIELSEN (1951) and LOGAN (1954), in the U.S.A., Denmark and England the incidence of stomach cancer was highest when the social class was low, and lowest when the social class was high. It is evident from the above list that research on the underlying causes of cancer should be extended to the sphere of agricul-

ture, initially by clarifying the quality of the farm produce consumed by the farming population and obtained from their own fields in relation to the health of the population, and also the question of the quality of farm produce in general, which is of obvious importance in this respect. When

plants are grown in fields that vary greatly in respect of nutrient relationships, these relationships will obviously have a fundamental effect on the nutrients contained in the plants. The effects of foodstuff variations of this kind on human health are in urgent need of clarification.

Materials and methods

Records have been kept at the Bureau for Local Experiments of the Agricultural Research Centre on variations in the nutrient contents of the soil and on the possible significance of the minerals in cultivated land to human health. The present study attempts to analyse the relationship between the amount of manganese in the cultivated soil of various parishes and the incidence of cancer. The figures for cancer incidence in the various parishes are based on the statistics of the Finnish Cancer Registry for 1961—1965 and on manganese analyses of cultivated soils made by Viljavuuspalvelu Oy from samples for 1964—1966 sent in from various parts of the country. A total of 9 396 manganese analyses were employed in the study. The manganese determinations express the manganese in the soil exchangeable in 0.1 N magnesium sulphate solution. The study deals with mineral soils only, for plants grown in Finland for human consumption are grown chiefly on mineral soils. The manganese analyses were not made explicitly for the present study, which consequently does not cover all the parishes in Finland, as no samples for manganese analyses were sent from 108 parishes and as the number from some parishes was so small that it could not be accepted as representative of the whole parish. From the viewpoint of the study it would have been of advantage to know how long the fields from which the samples were taken had been cultivated, for the soil sample analyses from the new post-war homesteads tend to increase the dispersion of the distribution. In Finland the easily dissolved manganese content of mineral soils is higher on new arable land (25—50 mg/l) than on old arable land (0—15 mg/l). However, in addition to all values for forest land and greenhouses, only the analyses of samples

from very recent clearings were excluded from the material. The amount of manganese representative of the arable land in the parish was taken as being the average of all the analyses made of their mineral soils (in mg/l). The number of analyses per parish in the study varied

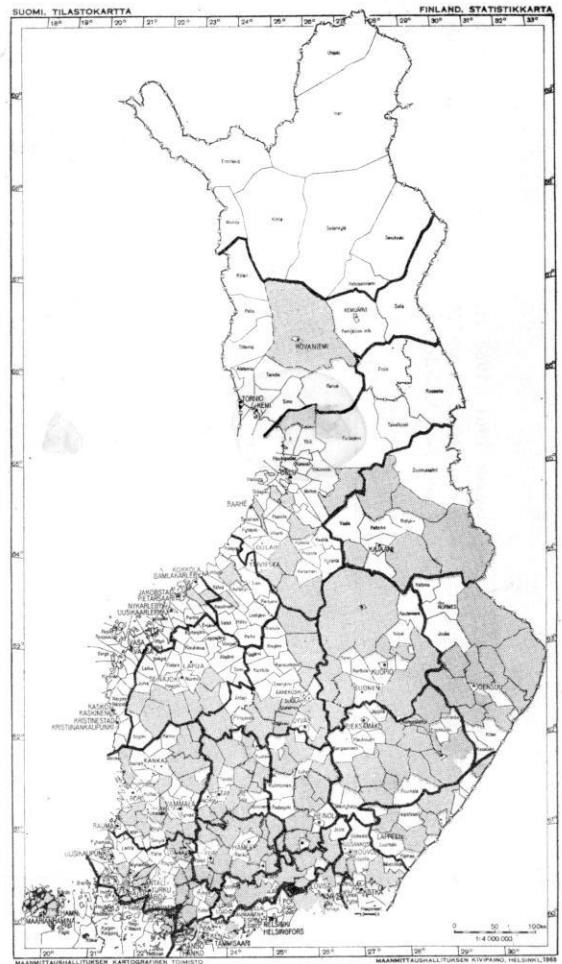


Fig. 1. Parishes studied, within the areas of the various agricultural societies (shaded areas)

Kuva 1. Tutkimuksen kohteena olleet pitäjät eri maanviljelysseurojen alueilla (tummennetut alueet)

from 10 to 201. The study excluded cities, boroughs and some rural communes adjacent to the largest cities. The parishes included in this study are shown in Fig. 1. The cancer incidence in the parishes was calculated from the Finnish Cancer Registry statistics for 1961—1965. The sum of persons contracting cancer per 1 000 inhabitants

during these five years was taken as the figure representative of the parish. All the various types of cancer are included in the calculations. The population figures for the communes are based on the 1965 statistics of the Central Office of Statistics. The age deviation of the inhabitants in parishes has not been taken in consideration.

Results

Figure 2 shows the relationship between the manganese content of the cultivated soil and the number of persons contracting cancer in the

various parishes. The figure shows the values for 179 parishes. It can be seen that the higher the manganese content of the cultivated soil, the

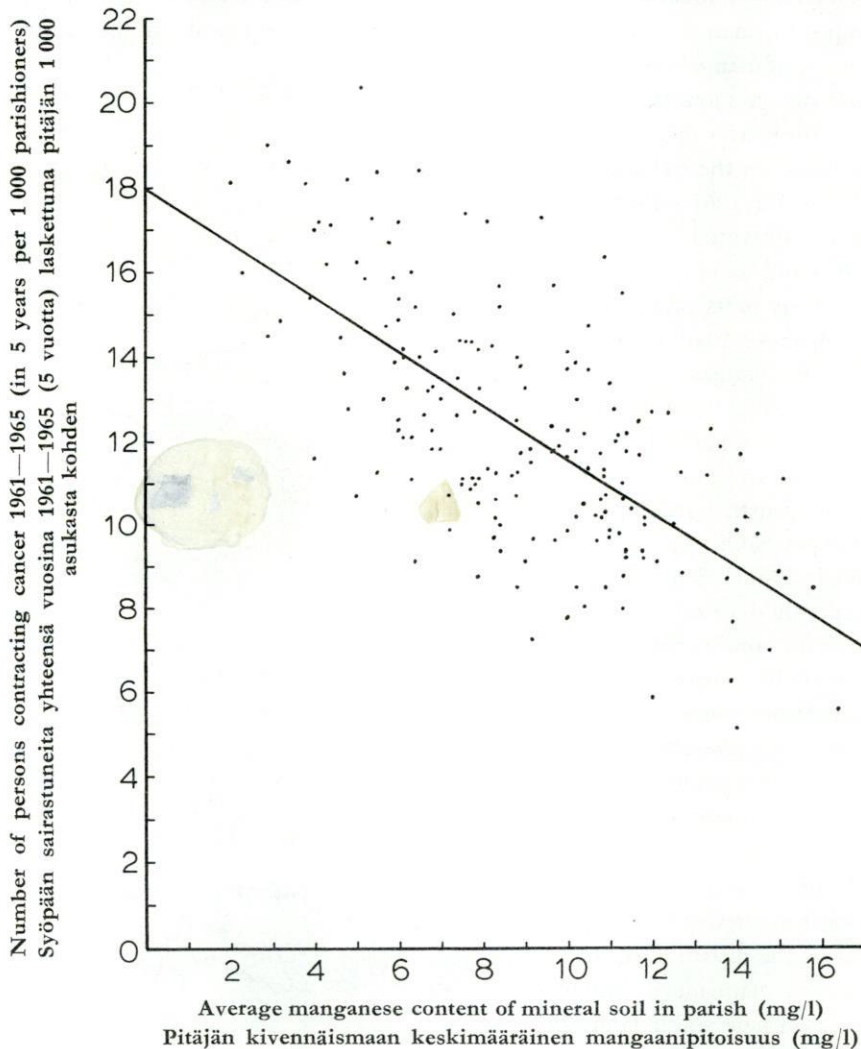


Fig. 2. Correlation between the manganese content of cultivated soil and the incidence of cancer

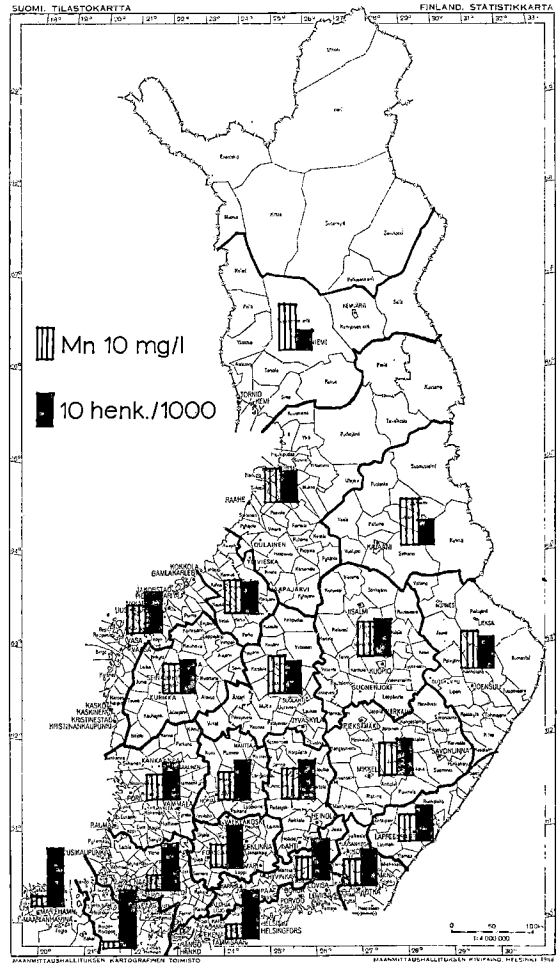
Kuva 2. Viljelymaan mangaanimäärän ja syöpään sairastuneiden välinen riippuvuus

Fig. 3. Average manganese content of mineral soil and number of persons contracting cancer within the areas of the various agricultural societies. The vertically shaded column denotes manganese content in mg/l (model column height = 10 mg/l). The dark column denotes the number of persons contracting cancer during 5 years per 1 000 inhabitants (model column height = 10 cancer cases/1 000 inhabitants)

Kuva 3. Kivennäismaan keskimääräinen mangaanipitoisuus ja syöpään sairastuneiden määrä eri maanviljelysseurojen alueilla. Pystyviivoitettu pylväs tarkoittaa mangaanipitoisuutta mg/l (mallipylvään korkeus = 10 mg/l). Tumma pylväs ilmoittaa syöpään sairastuneiden määrän 5 vuodessa 1 000 asukasta kohden (mallipylvään korkeus = 10 sairastunutta 1 000 asukasta kohden)

smaller is the number of persons in the parish contracting cancer. The distribution is a wide but very even one. The parishes below the regression line are generally in the vicinities of large cities, while those above it are either old farming parishes in the Finnish interior or parishes in the Savo lake district, in which the manganese contents show a greater variation than elsewhere in Finland, being from 1 mg/l to 40 mg/l. It is also characteristic of these parishes of the Savo lake district that the average amounts of magnesium and copper are very small. The calculated linear regression ($y = 17.96 - 0.64x$) is statistically highly significant, $F = 140.57^{***}$ and the coefficient of correlation $r = -0.66^{***}$. It can be concluded that with increasing manganese content in the cultivated soil, there is a decrease in the incidence of cancer.

Figure 3 shows diagrammatically the averages for the areas coming under the different agricultural societies. As can be seen from this, there is



a high incidence of cancer in the Aaland Islands and in the old farming parishes of south-west Finland, where the manganese content of the cultivated soils is on the whole very low. Even within the area of a single agricultural society there are great differences between the various parishes, as e.g. in Savo, Central Finland and Häme.

Discussion

LAKANEN (1969) has found that in cereals the content of manganese shows greater variation than that of many other minerals. Thus the manganese content of a wheat sample from Kuopio granary was 90.3 mg per kilogram of dry matter, of one from Korja granary 57.9 mg, that of wheat

imported from U.S.A only 27.2 mg and from Canada 40.5 mg per kg dry matter. According to PETERSON and SKINNER (1931), the manganese content varied from 0.5 to 91.1 ppm in the fresh edible portion, but if flour was made from wheat containing 31 ppm manganese a mere 5 ppm was

retained, i.e. when whole wheat containing 31 ppm Mn was milled it yielded 160 ppm in the germ, 119 ppm in the bran and only 5 ppm in low-grade flour. EVERSON and DANIELS (1934) recommend that the diets of children should contain 0.2–0.3 mg Mn/kg body weight. This is considerably higher than the calculated intakes of Dutch children on ordinary diets (BELZ 1960). Manganese intakes of such a high order could readily be obtained from diets rich in leafy vegetables and unrefined cereals. A dietary deficiency of manganese has never been recorded in man (UNDERWOOD 1962). The impression gained is that the constant intake of bread poor in manganese will probably lead to manganese deficiency and so to disturbances in health. It is also said that there is a low incidence of cancer among consumers of fresh vegetables. The advantages of vegetables are probably due to the fact that their cultivation requires abundant all-round fertilization, particularly with fertilizers containing trace elements. Vegetables contain 0.8–12.6 ppm manganese, measured in ppm Mn (fresh edible portion) (PETERSON and SKINNER 1931), and 23–79 mg per kg dry matter (PERSSON 1966). TIPTON and COOK (1961) found that all human organs with the exception of the long bones and hair contained manganese, especially the liver, pancreas, lungs and brain.

Summary

In 1961–1965 cancer incidence in 179 parishes (in 5 years per 1 000 parishioners) was compared with the manganese contents on the arable lands expressed as the manganese in the soil exchangeable in 0.1 *N* magnesium sulphate. It can be concluded that with increasing manganese content in the cultivated soil, there is a decrease in the incidence of cancer. The calculated linear regression ($y = 17.96 - 0.64 x$) is statistically highly significant, $F = 140.57^{***}$ and the coefficient of correlation $r = -0.66^{***}$.

The mineral composition in foodstuffs depends on the nutrients in the substrate. The present results prompt further investigation of the im-

PEKKARINEN (1962) has published figures for the consumption of the most important foodstuffs in eastern and western Finland. These show that the consumption of bread and cereal products was 15.1 per cent higher in the east than in the west of the country in summer 1956 and 21.7 per cent higher in winter 1957. According to previous assumptions there should thus be a higher incidence of stomach cancer in eastern Finland than in western Finland, but this is not the case, the average cancer incidence being far lower in eastern Finland than in south-west Finland (Fig. 3). This is also borne out by the fact that there is very little stomach cancer in Africa (CLEMMESSEN 1961), even though the consumption of cereals is high.

The content of easily dissolved manganese is low in the south-western parts of Finland and in the Aaland Islands (precisely in the cereal-growing areas) and the old farming parishes of southern Finland and Häme (KURKI 1963, 1969). The shortage of manganese is most clearly evident in soils that have been heavily limed, where the manganese is bound in a form hard to dissolve and thus not readily available to the plants. A shortage of manganese is most likely in soils of coarse sand, fine sand, silt or peat if the pH is high.

portance of manganese to human health. We need to cooperate especially with agriculture, nutrition chemistry and medical science. In agriculture, research should be concerned with clarifying the mineral compositions of farm products with attention to the acidity and the nutrient contents of cultivated soil.

The study is being continued.

Acknowledgements. — The present study carried out at the Agricultural Research Centre, Bureau for Local Experiments, was made possible because at Viljavuuspalvelu Oy I was given access

to the analyses, made under the direction of its manager, Mr. Martti Kurki, M.Sc., of trace elements in cultivated soils in the years 1964—1966. I wish to express my deepest gratitude to him. I also wish to express my gratitude to Professor Erkki Saxén, M.D., Head of the Finnish Cancer Registry. He maintained a keen interest in my work and made available the statistics contained in the Finnish Cancer Registry on persons contracting cancer in 1961—1965. I likewise wish to thank Mr Matti Hakama, Lic.

Pol. Sc., and Mrs. Marja Lehtonen, M.S.Sc., of the Finnish Cancer Registry, and Miss Rauha Kiiskinen, res. agronomist, of Viljavuuspalvelu Oy.

I further wish to express my heartfelt gratitude to Professor Jouko Vuorinen, Head of the Agricultural Research Centre, for his interest in my work and for the expert advice he proffered on soil matters, and to my colleague Mrs. Maija Valmari, M.Sc., for her invaluable assistance in carrying out the work.

REFERENCES

- BELZ, R. 1960. Voeding 21,236. (Ref. Underwood, E. J. 1962).
- CLEMMESSEN, J. & NIELSEN, A. 1951 The social distribution of cancer in Copenhagen, 1943 to 1947. *Brit. J. Cancer* 5: 159—171. (Ref. Haenszel, W. 1961).
- CLEMMESSEN, J. 1961. On the incidence of gastric carcinoma in Denmark and some other countries. *Acta U.I.C.C.* 17,3: 288.
- 1965. Statistical studies in malignant neoplasms. Munksgaard, Copenhagen. 1—543 p.
- DORN, H. F. & CUTLER, S. J. 1959. Morbidity from Cancer in the United States. *Publ. Health Monogr.* 56. Washington, D.C., U.S. Gov't. Print Office. 1—207 p.
- EVERSON, G. J. & DANIELS, J. L. 1934. *J. Nutrition* 8,497. (Ref. Underwood, E. J. 1962).
- HAENZSEL, W. 1961. Incidence of and mortality from stomach cancer in the United States. *Acta U.I.C.C.* 17,3: 347—364.
- HAKAMA, M. & SAXÉN, E. A. 1967. Cereal consumption and gastric cancer. *Intern. J. Cancer* 2: 265—268.
- KURKI, M. 1963. Suomen peltojen viljavuudesta vuosina 1955—1960 Viljavuuspalvelu Oy:ssä tehtyjen tutkimusten perusteella. Referat: Über die Fruchtbarkeit des finnischen Ackerbodens auf Grund der in den Jahren 1955—1960 durchgeführten Bodenfruchtbarkeitsuntersuchungen. p. 1—107. Helsinki.
- 1969. Suoviljelysten viljavuustutkimuksista. Summary: Fertility studies of cultivated peatlands. *Suo* 20: 2, 29—32.
- LAKANEN, E. 1969. Viljan kivennäisainekoostumuksesta Koectoim. ja Käyt. 26,8: 31.
- LOGAN, W. P. D. 1954. Social class variations in mortality. *Publ. Health Rep.* 69: 1217—1223. (Ref. Haenszel, W. 1961).
- PETERSON, W. H. & SKINNER, J. T. 1931. *J. Nutrition* 4,419. (Ref. Underwood, E. J. 1962).
- PEKKARINEN, MAIJA 1962. Tutkimuksia maalaisväestön ravinnosta eräissä Itä- ja Länsi-Suomen pitäjissä. Summary: Studies on the food consumption of the rural population in some areas of East and West Finland. *Acta Agr. Fenn.* 99,5: 1—152. Helsinki.
- PERSSON, N-E. 1966. Resultat från några växtanalyser av köksväxter. Aktuellt från Lantbrukshögskolan 85: 1—18. Uppsala.
- SAXÉN, E. 1961. Castro-intestinal Cancer in Finland. *Acta U.I.C.C.* 17,3: 367—372.
- & HAKAMA, M. 1967. The Different Incidence of Gastric Cancer all over the World and Possible Reasons for this Difference. *Ninth Intern. Cancer. Congr. U.I.C.C.* 10: 49—55.
- Tilastollinen päätoimisto. Suomen väkiluku vuonna 1965. Duplicate.
- TIPTON, I. H. & COOK, M. J. 1961. Private communication. (Ref. Underwood, E. J. 1962).
- UNDERWOOD, E. J. 1962. Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 429 p. U.S.A.

Mahdollinen syy-yhteys viljellyn kivennäismaan helppoliukoisen mangaanimäärän ja syöpään sairastumisaltiuden välillä Suomessa

Alustava tiedonanto

HELVI MARJANEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Paikalliskoetoimisto, Helsinki

Tilastojen mukaan syöpään sairastuneiden määrä eri maissa on hiljalleen vuosi vuodelta kohoamassa. SAXÉNIN (1961) mukaan Suomessa syöpään sairastuneiden määrä on suuri. Kirjallisuudessa on esitetty eri tekijöitä, joiden on havaittu liittyvän syövän ja etenkin mahasyövän runsaaseen esiintymiseen. CLEMMESSEN (1965) on ryhmitellyt näitä tekijöitä, ja niistä on helposti erotettavissa ne, joilla voidaan katsoa olevan merkitystä Suomessa. Tekijöinä mainitaan:

<i>Maaperä:</i>	hapan maa turvemaat alhainen savipitoisuus
<i>Ilmasto:</i>	pohjoiset maat alhainen lämpötila
<i>Ympäristö:</i>	maalaisväestön asumat alueet
<i>Väestöllinen esiintyminen:</i>	maanviljelijät kivityömiehet alhainen sosiaaliryhmä
<i>Ravintotekijät:</i>	sinkki, kupari raudan puute molybdeeni vitamiinien A, B ₁ , B ₁₂ ja C puute tupakka alkoholi
<i>Ruokavalio:</i>	tärkkelyspitoisen ruoan, kuten riisin, muun viljan ja perunoiden runsas käyttö alhainen proteiinipitoisuus vähäinen tuoreiden vihannesten ja hedelmien käyttö

Luettelosta voidaan havaita, että useimmat tekijät liittyvät maatalouden ja sen tuotteiden piiriin. HAKAMA ja SAXÉN (1967) ovat todenneet, että viljan käytön ja mahasyöpään kuolleiden määrän välillä on voimakas positiivinen korrelaatio, toisin sanoen mitä enemmän viljaa on käytetty ravinnoksi, sitä suurempi on ollut mahasyöpään kuolleiden määrä. Toisaalta taas niille alueille, joilla on ollut suuri mahasyöpään sairastuneiden määrä, on yhteistä vähäinen tuoreiden vihannesten ja hedelmien sekä runsas viljan ja perunoiden, siis tärkkelyspitoisten ruoka-aineiden käyttö. On todettu (mm. SAXÉN ja HAKAMA 1967), että runsas viljan kulutus on olennaista nimenomaan alhaisessa sosiaaliryhmässä. DORNIN ja CUTLERIN (1959), CLEMMESSENIN ja NIELSENIN (1951) sekä LOGANIN (1954) mukaan U.S.A:ssa, Tanskassa ja Englannissa on mahasyöpään sai-

rastuneiden määrä ollut korkein alimmassa sosiaaliryhmässä ja pienin korkeimmassa sosiaaliryhmässä.

Jo edellä esitetyn luettelon perusteella voidaan todeta, että syövän perussyiden tutkimuskenttää olisi laajennettava myös maatalouden piirin selvittämällä aluksi maanviljelijäväestön käyttämien, omasta pellostaa saatujen maataloustuotteiden laatua suhteessa väestön terveyteen ja edelleen maataloustuotteiden tässä mielessä ilmeisen tärkeätä laatukysymystä yleensä. Kun kasveja kasvatetaan ravinnesuhteiltaan hyvin erilaisissa pelloissa, on viljelysmaan ravinnesuhteilla ilmeisesti oleellinen vaikutus kasvien sisältämiin ravinteisiin. Tässä mielessä olisi erilaisten ruoka-aineiden merkitys ihmisen terveydelle todella jo kiireesti selvitettävä.

Koeaineisto ja menetelmät

Maatalouden tutkimuskeskuksen Paikalliskoetoimistossa on seurattu maaperän ravinnepitoisuuksien vaihtelua ja viljelysmaan kivennäisaineiden mahdollista merkitystä ihmisen terveydelle. Tämä tutkimus pyrkii selvittämään eri pitäjien viljelysmaan mangaanimäärän ja syöpään sairastuneiden lukumäärän välistä riippuvuutta Suomessa. Viljelysmaiden mangaanianalyysit perustuvat Viljavuuspalvelu Oy:n eri puolilta maata lähetetyistä maanäytteistä suorittamiin analyyseihin vuosilta 1964—1966. Tutkimuksessa käytettyjen mangaanianalyyseiden kokonaismäärä on 9396 kpl. Mangaanimääritykset ilmaisevat maasta 0.1 N magnesiumsulfaattiliuoksessa vaihtuvan mangaanin. Tutkimuksen kohteeksi otettiin vain kivennäismaat, koska syötäväksi tarkoitetut viljelykasvit viljellään meillä pääasiallisesti kivennäismailla. Kun mangaanimäärityksiä ei ole tehty nimenomaan tätä tutkimusta varten, ei tutkimuksen kohteeksi ole saatu kaikkia Suomen pitäjää. Niinpä 108 pitäjän maanäytteistä ei ole vuosina 1964—1966 tutkittu mangaania lainkaan ja joistakin taas oli analyyseja niin vähän, ettei niiden voitu katsoa edustavan koko pitäjää. Tutkimuksessa olisi ollut eduksi tietää, kuinka kauan pelto, josta näytteet oli otettu, on ollut viljelyssä, sillä sodanjälkeisten uusien asutustilojen maanäytteenalyyssit lisäävät hajontaa jakautumassa. Uudisviljelyksillä kivennäismaiden helppoliukoisen mangaanin pitoisuus Suomessa on korkea (25—50 mg litrassa) verrattuna vanhoihin viljelysmaihin (0—15 mg litrassa). Koeaineistosta on kuitenkin jätetty pois vain varsinaisten uudisraivoiden

samoin kuin kaikkien metsämaita ja kasvihuoneista otettujen maanäytteiden analyysit. Pitäjän viljelyksiä kuvaava mangaanimäärä laskettiin kaikkien kivennäismaista tehtyjen analyysien keskiarvona (mg/l). Analyysien määrä pitäjää kohden vaihteli tutkimuksessa 10:stä 201:een analyysiin. Tutkimuksen ulkopuolelle on jätetty kaupungit, kauppalat sekä eräät suurimpia kaupunkeja ympäröivät maalaiskunnat. Ne pitäjät, jotka on otettu tähän tutkimukseen, esitetään kuvassa 1. Syöpään sairastuneiden lukumäärät eri pitäjissä on laskettu Syöpärekisterin vuosien 1961—1965 tilastoista. Pitäjää edustavana arvona pidettiin näinä viitena vuotena syöpään sairastuneiden henkilöiden summalukua laskettuna 1 000 asukasta kohden. Mukana laskelmissa ovat kaikki eri syöpälajit. Eri pitäjien väkiluvut perustuvat Tilastollisen päätoimiston tilastoon vuodelta 1965. Pitäjän asukkaiden ikärakennetta ei ole tutkimuksessa otettu huomioon.

Tulokset ja niiden tarkastelua

Kuva 2 osoittaa eri pitäjien viljelysmaan mangaanipitoisuuden ja syöpään sairastuneiden lukumäärän välistä riippuvuutta. Kuvassa on esitetty 179 pitäjän arvot. Voidaan havaita, että mitä suurempi on viljelysmaan keskimääräinen mangaanipitoisuus, sitä vähemmän pitäjässä on syöpään sairastuneita. Jakautuma on laaja, mutta hyvin tasainen. Regressiosuoran alapuolella olevat pitäjät ovat yleensä suurten kaupunkien lähituntumassa ja yläpuolella olevat pitäjät joko vanhoja Sisä-Suomen viljelypitäjiä tai Savon järviolueen pitäjiä, joissa viljelysmaan mangaanimäärät vaihtelevat enemmän kuin muualla Suomessa aina 1 mg:sta 40 mg:aan litrassa. Näille Savon järviolueen pitäjille on lisäksi ominaista, että myös keskimääräiset magnesium- ja kuparimäärät ovat hyvin alhaiset. Kuviossa on jakautumalle laskettu lineaarinen regressiosuora $y = 17.96 - 0.64x$, joka on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($F = 140.57^{***}$), ja korrelaatiokerroin $r = -0.66^{***}$. Tämän perusteella voidaan päätellä, että viljelysmaan helppoliukoisen mangaanin määrän suuretessa syöpään sairastuneiden määrä pienenee.

Kuvassa 3 esitetään havainnollisesti maanviljelysseura-alueiden keskiarvot. Kuten havaitaan, on Ahvenanmaan saaristossa ja Lounais-Suomen vanhoissa viljelypitäjissä erittäin runsaasti syöpään sairastuneita ja viljelysmaiden mangaanimäärät ovat keskimäärin hyvin alhaiset. Saman maanviljelysseura-alueen piirissä on eri pitäjien välillä suuria eroja mm. Savossa, Keski-Suomessa ja Hämeessä.

LAKANEN (1969) on todennut, että viljassa mangaanin pitoisuus vaihtelee enemmän kuin monen muun kivennäisaineen. Niinpä Kuopion viljavarastosta saadun vehnänäytteen mangaanipitoisuus oli 90.3 mg kuiva-ainekiloissa, Korian viljavarastosta saadun 57.9 mg, U.S.A:sta tuodun vehnän vain 27.2 mg sekä Kanadasta tuodun vehnän 40.5 mg kuiva-ainekiloissa. PETERSONIN ja SKINNERIN (1931) mukaan mangaanipitoisuus vaihteli 0.5—91.1 ppm tuorepainossa, mutta jos esim. 31 ppm mangaania sisältä-

västä vehnästä tehdään jauhoja, jää niihin vain 5 ppm mangaania. EVERSONIN ja DANIELSIN (1934) mukaan lasten ruoan pitäisi sisältää 0.2—0.3 mg mangaania kehon kilopainoa kohden. BELZ (1960) totesi, että nämä arvot ovat huomattavasti suurempia kuin mitä hollantilaiset lapset saavat ruoassaan ja että näitä arvoja on vaikea saavuttaa, jos ruoka sisältää runsaasti maitotaloustuotteita ja valkoista leipää. Näin korkeisiin arvoihin pääsemiseksi pitäisi lasten ruoan sisältää myös tuoreita vihannuksia ja kokojyväleipää. UNDERWOOD (1962) totesi, ettei mangaanin puutosta ihmisessä ole koskaan määritetty. Edellä esitetystä käy ilmi, että niukasti mangaania sisältävän leivän jatkuva käyttö todennäköisesti johtaa mangaanin puutteen ja sen kautta terveydellisiin häiriöihin. Mainitaan myös, että tuoreita vihannuksia käyttävillä syövän esiintyminen on vähäistä. Vihannesten edullisuus johtunee siitä, että niiden viljely edellyttää monipuolista ja runsasta lannoitusta ja mm. juuri hivenainelannoitusta. Vihannekset sisältävät mangaania PETERSONIN ja SKINNERIN (1931) mukaan 0.8—12.6 ppm tuorepainossa ja PERSSONIN (1966) mukaan 23—79 mg kuiva-ainekiloissa. TIPTON ja COOK (1961) ovat määrittäneet, että ihmisen kaikki elimet lukuun ottamatta pitkiä luita ja tukkaa sisältävät mangaania, eniten maksa, munuaiset, keuhkot ja aivot.

PEKKARINEN (1962) on esittänyt pääruoka-aineiden kulutusarvot sekä Itä- että Länsi-Suomessa. Tutkimuksen mukaan syötiin Itä-Suomessa leipä- ja viljatuotteita kesällä 1956 15.1 % enemmän ja talvella 1957 21.7 % enemmän kuin Länsi-Suomessa. Aikaisemmin tehtyjen oletusten mukaan pitäisi näin ollen Itä-Suomessa olla enemmän mahasyöpää kuin Länsi-Suomessa, mutta näin ei ole ilmeisesti kuitenkaan laita, koska Itä-Suomessa on keskimäärin huomattavasti vähemmän syöpään sairastuneita kuin Lounais-Suomessa (kuva 3). Samaan viittaa myös se, että Afrikassa tavataan mahasyöpää hyvin vähän (CLEMMESSEN 1961), vaikka viljankulutus on siellä suuri.

Keskimääräinen helppoliukoisen mangaanin pitoisuus on alhainen maamme lounaisosissa ja Ahvenanmaan saaristossa, siis juuri viljanviljelyalueilla, sekä Etelä-Suomen ja Hämeen ns. vanhoissa viljelypitäjissä (KURKI 1963, 1969). Mangaanin puute tulee herkemmin esiin runsaasti kalkkia saaneissa maissa, joissa mangaani sitoutuu vaikealiukoiseen muotoon eikä näin ollen ole riittävästi kasvien käytettävissä. Helpoimmin esiintyy mangaanin puutetta hiekka-, hieta-, hiesu- ja turvemaita, jos niiden pH on korkea.

Yhteenveto

Tutkimuksessa verrattiin 179 pitäjässä vuosina 1961—1965 syöpään sairastuneiden lukumääriä (5 v/1 000 asukasta) ja viljelyistä kivennäismaista otettujen maanäytteiden mangaanipitoisuuksia, jotka oli määritetty 0.1 N magnesiumsulfaatilla. Tällöin todettiin, että kivennäismaan helppoliukoisen mangaanimäärän noustessa syöpään sairastuneiden määrä pienenee. Jakautumalle laskettiin lineaarinen regressiosuora ($y = 17.96 - 0.64x$), joka on

tilastollisesti erittäin merkitsevä ($F = 140.57^{***}$), ja korrelaatiokerroin $r = -0.66^{***}$.

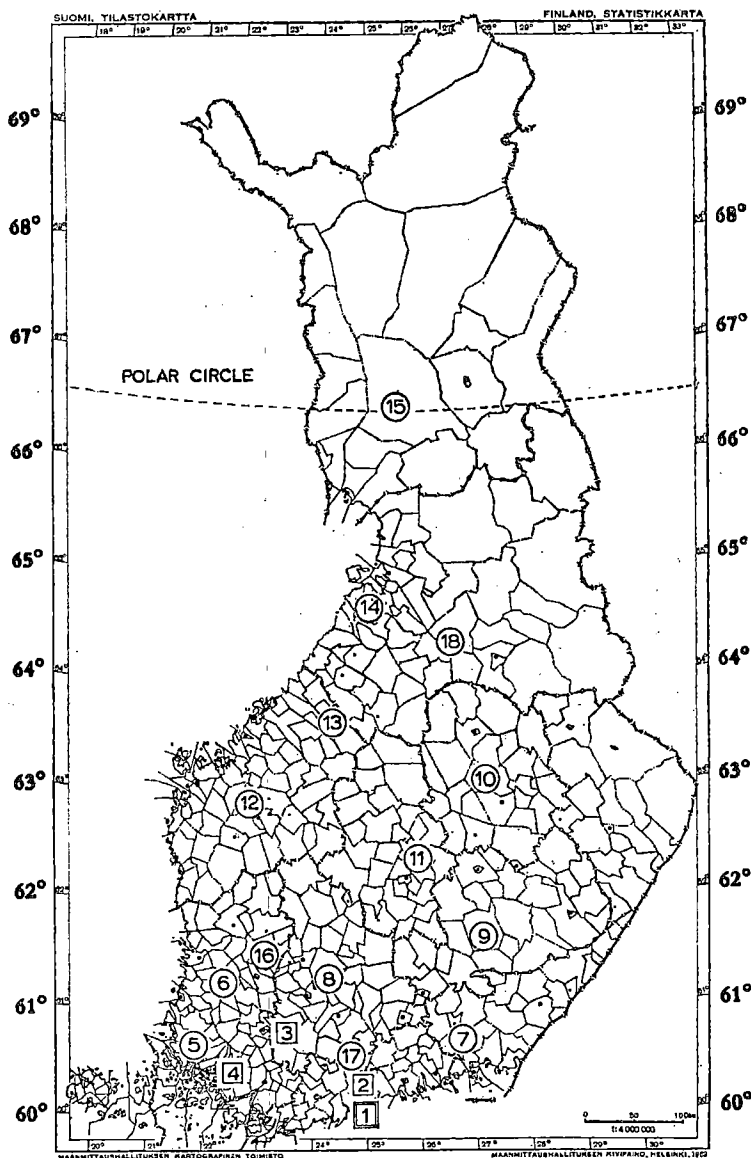
Ravinnoksi käytettävien kasvien ja niiden osien sisältämät kivennäisaineet riippuvat kasvualustan sisältämistä ravinteista. Saatu tulos antaa aiheen tutkia lähemmin maanin saannin merkitystä ihmiselle. Tämän selvittämiseksi tarvitaan yhteistyötä ainakin maatalouden, ravintokemian ja lääketieteen kesken. Maatalouden piirissä tutkimukset olisi suunnattava selvittämään maataloustuotteiden kivennäisainekoostumusta ottamalla huomioon myös viljelysmaan happamuus ja ravinteisuus.

Tutkimus jatkuu.

Tämän tutkimuksen on tehnyt mahdolliseksi Maatalouden tutkimuskeskuksen Paikallisko toimistossa se, että olen saanut käyttööni Viljavuuspalvelu Oy:ssä sen toimi-

tusjohtajan, maisteri Martti Kurjen johdolla suoritetut viljelysmaiden hivenaineanalyysit vuosilta 1964—1966. Tästä lausun hänelle sydämelliset kiitokseni. Haluan esittää parhaat kiitokseni myös Suomen Syöpärekisterin johtajalle professori Erkki Saxénille, joka on kiinnostuneena seurannut työtäni ja luovuttanut käyttööni Syöpärekisterin tilastot Suomessa vuosina 1961—1965 syöpään sairastuneista. Samoin kiitän avusta Suomen Syöpärekisterin toimihenkilöitä valtiot. lisensiaatti Matti Hakamaa ja maisteri Marja Lehtosta sekä Viljavuuspalvelu Oy:n tutkimusagronomia Rauha Kiiskistä.

Lisäksi haluan esittää sydämelliset kiitokseni Maatalouden tutkimuskeskuksen ylijohtajalle, professori Jouko Vuoriselle hänen kiinnostuksestaan työtäni kohtaan ja hänen antamastaan asiantuntija-avusta maaperäkysymyksissä, sekä työtoverilleni maisteri Maija Valmarille hänen merkittävästä avustaan työn suorituksessa.



**DEPARTMENTS, EXPERIMENT STATIONS AND BUREAUS OF THE
AGRICULTURAL RESEARCH CENTRE IN FINLAND**

1. Administrative Bureau, Bureau for Local Experiments (HELSINKI) — 2. Departments of Soil Science, Agricultural Chemistry and Physics, Plant Husbandry, Plant Pathology, Pest Investigation, Animal Husbandry and Animal Breeding; Isotope Laboratory, Office for Plant Protectants (TIKKURILA) — 3. Dept. of Plant Breeding (JOKIOINEN) — 4. Dept. of Horticulture (PIIKKIÖ) — 5. Southwest Finland Agr. Exp. Sta. (HIETAMÄKI) — 6. Satakunta Agr. Exp. Sta. (PEIPOHJA) — 7. Karelia Agr. Exp. Sta. (ANJALA) — 8. Häme Agr. Exp. Sta. (PÄLKÄNE) — 9. South Savo Agr. Exp. Sta. (Karila, MIKKELI) — 10. North Savo Agr. Exp. Sta. (MAANINKA) — 11. Central Finland Agr. Exp. Sta. (VATIA) — 12. South Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (PELMA) — 13. Central Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (LAITALA) — 14. North Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (RUUKKI) — 15. Arctic Circle Agr. Exp. Sta. (ROVANIEMI) — 16. Pasture Exp. Sta. (MOUHIJÄRVI) — 17. Pig Husbandry Exp. Sta. (HYVINKÄÄ) — 18. Frost Research Sta. (PELSONSUO)

SISÄLLYS — CONTENTS

LAKANEN, E. & SILLANPÄÄ, M. Soil factors affecting the calcium strontium ratio of plants	273
Selostus: Kasvin kalsium-strontium -suhteeseen vaikuttavia maaperätekijöitä	279
MARKKULA, M., TIITTANEN, KATRI & KANERVO, V. Growth substrate of plants and the reproduction rate of <i>Tetranychus telarius</i> (L.), <i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris and <i>Myzus persicae</i> (Sulz.)	281
Selostus: Kasvien kasvualustan vaikutuksesta vihannespunkin, hernekirvan ja persikkakirvan lisääntymiseen	285
TENNBERG, F. & VALMARI, MAIJA. Normaalin Y-lannoksen, Oulun Y-lannoksen ja väkevän Oulun Y-lannoksen vertailevat kokeet nurmella	286
Summary: Comparative experiments with three various compounded fertilizers on ley	314
MARKKULA, M. The pests of cultivated plants in Finland in 1968	316
Selostus: Viljelykasvien tuhoeläimet 1968	319
MARKKULA, M. Abundance of pests in greenhouses	320
Selostus: Lasinalaiskasvien tuholaisten runsaus ja torjuntaongelmia	322
PUTTONEN, RAUHA. Diseases of cultivated plants in Finland in 1968	323
Selostus: Viljelykasvien kasvitaudit 1968	325
MARJANEN, HELVI. Possible causal relationship between the easily soluble amount of manganese on arable mineral soil and susceptibility to cancer in Finland	326
Selostus: Mahdollinen syy-yhteys viljellyn kivennäismaan helppoliukoisen mangaanimäärän ja syöpään sairastumisalttiuden välillä Suomessa	332